

**JOÃO MESSIAS DOS SANTOS**

**CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E INFLUÊNCIA DA ÉPOCA  
DE PLANTIO NO FLORESCIMENTO DE CULTIVARES DE CANA-DE-  
AÇÚCAR**

**RIO LARGO – AL**

**2007**

JOÃO MESSIAS DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E INFLUÊNCIA DA ÉPOCA  
DE PLANTIO NO FLORESCIMENTO DE CULTIVARES DE CANA-DE-  
AÇÚCAR**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Alagoas  
como parte das exigências do Programa de Pós – Graduação  
em Agronomia “Produção de Plantas”, para obtenção do  
título de Magister Scientiae.

Orientador

Prof. Laurício Endres, Dr.

Co – Orientadores

Profa. Vilma Marques Ferreira, Dra.

Prof. José Vieira e Silva, Dr.

RIO LARGO  
ALAGOAS - BRASIL

2007

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
**Bibliotecário Responsável: Elias Barbosa da Silva**

S237c Santos, João Messias dos  
Caracterização fisiológica e influência da época de plantio no florescimento de cultivares de cana-de-açúcar / João Messias dos Santos. – Rio Largo, 2007.  
XIV, 53f. : tabs.

Orientador: Prof. Dr. Laurício Endres  
Dissertação (mestrado em agronomia : Produção vegetal) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Maceió, 2007.

Inclui Bibliografia.

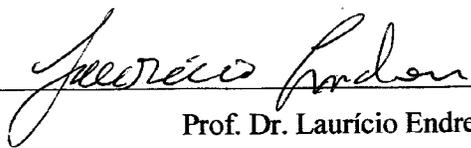
1. Cana-de-açúcar – Florescimento. 2 Saccharum spp. 3. Fisiologia Vegetal. I. Título.

CDU: 633.61

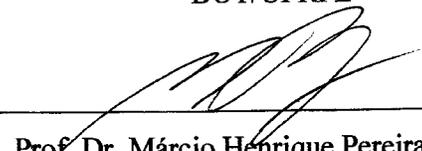
**CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA E INFLUÊNCIA DA ÉPOCA  
DE PLANTIO NO FLORESCIMENTO DE CULTIVARES DE CANA-D.  
AÇÚCAR**

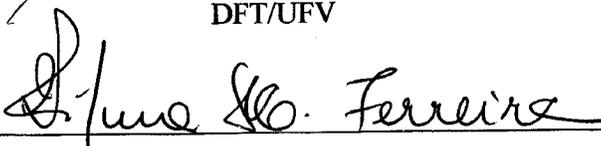
**JOÃO MESSIAS DOS SANTOS**

Dissertação defendida e aprovada em 26 de fevereiro de 2007 pela banca  
examinadora:

Orientador:   
Prof. Dr. Laurício Endres  
FIT/UFAL

Examinadores:   
Profª. Dra. Rejane Jurema Mansur Custódio Nogueira  
BOT/UFRPE

  
Prof. Dr. Márcio Henrique Pereira Barbosa  
DFT/UFV

  
Profª. Dra. Vilma Marques Ferreira  
FIT/UFAL

Deus não quer que subamos a montanha da vida a sós. Toda a nossa experiência nos ensina que temos um grande amigo invisível, mas muito real que espera o momento em que nós cômnicos da nossa fraqueza nos voltemos para Ele, em busca da proteção e auxílio que Ele nos quer dar.

A Deus ofereço este trabalho

Aos meus pais João Valentim dos Santos e Josefa Nunes Messias dos Santos, que apesar de nunca terem freqüentado uma sala de aula me deram a maior lição de vida e a meus irmãos e amigos pelo apoio e carinho.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus que em todos os momentos ilumina os caminhos que percorremos, em busca do bem estar comum e de um futuro promissor.

À Coordenação do Curso de Mestrado em Agronomia “Produção Vegetal”, do CECA/UFAL.

À FAPEAL, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao CNPq pela aquisição dos equipamentos utilizados no experimento

Ao meu orientador, Prof. Dr. Laurício Endres por compartilhar suas idéias, também seu tema de pesquisa, sendo um orientador disposto a oferecer estímulos e, principalmente, a percorrer novos caminhos, ouvir com interesse e ânimo todas as questões, dúvidas e problemas que surgiam durante a pesquisa.

Ao PMGCA do CECA-UFAL pelo suporte financeiro para realizar este trabalho.

Aos Professores Geraldo Veríssimo de Sousa Barbosa e Marcelo de Menezes Cruz, pelos ensinamentos e amizade construída.

Aos Co-orientadores Professores Dr.<sup>a</sup> Vilma Ferreira Marques e Dr. José Vieira e Silva pela amizade, esclarecimentos e dedicação com a pesquisa.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia “Produção vegetal” pelos ensinamentos transmitidos ao longo do curso.

Aos colegas pesquisadores do PMGCA: Antonio José Rosário Sousa, Antonio Jorge de Araújo Viveiros, Antônio Maria Cardoso Rocha, Antônio Valeriano Pereira dos Santos, Carlos Alberto Guedes Ribeiro, Gaus Silvestre de Andrade Lima, José Leonaldo de Souza, José Lopes Cavalcante Ferreira, José Vieira Silva, Lailton Soares, Mauro Wagner de Oliveira, Paulo Pedro da Silva Paulo Ricardo Teixeira da Silva, Adeilson Mascarenhas de Oliveira Silva, Antônio Carlos

Alves de Amorim, Edimundo Leobino da Silva, Edinaldo Martins da Silva, Eduardo Jorge Gomes de Almeida, Gilmar Odilon da Silva, Haroldo Oliveira Guedes, José Cícero Pereira, José Roberto Pedrosa Santiago, José Venício Correa da Silva, Petrônio Walquírio de Barros.

Aos estagiários do PMGCA/CECA/UFAL: Bruno Fernando Costa do Nascimento, Hugo Lyra Soriano, José Rodrigo de Araújo Guimarães, Joyce Silva Lima, Lucas Henrique Alves, Lucas Soares de Araújo, Magno Luiz de Abreu, Marcondes Inácio da Silva, Rômulo Pimentel Ramos, Saulo Ítalo de Almeida Costa e Weliton Tenório da Silva.

Aos colegas do Laboratório de Fisiologia Vegetal, por compartilhar o ambiente de trabalho, tornando-o prazeroso e também pela amizade durante todo o período de desenvolvimento dos trabalhos.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram no desenvolvimento deste trabalho.

**SUMÁRIO**

AGRADECIMENTOS	III
SUMÁRIO	V
LISTA DE ABREVIATURAS	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS	X
RESUMO GERAL	XII
GENERAL ABSTRACT	XIII
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
CAPÍTULO 1	7
RELAÇÃO ENTRE FLORESCIMENTO, TEOR DE CLOROFILA E TROCAS GASOSAS DE QUATRO CULTIVARS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM ÉPOCA DE FLORESCIMENTO DIFERENTES	7
RESUMO	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS	11

RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
CONCLUSÕES	22
AGRADECIMENTOS	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
CAPÍTULO 2	27
RELAÇÃO ENTRE NUTRIENTE E CARBOIDRATOS SOLÚVEIS EM QUATRO ULTIVARS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM ÉPOCAS DE FLORESCIMENTO DIFERENTES	27
RESUMO	27
ABSTRACT	28
INTRODUÇÃO	29
MATERIAL E MÉTODOS	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
CONCLUSÕES	46
AGRADECIMENTOS	46
CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	49

**LISTA DE ABREVIATURAS**

A – Fotossíntese

AVA – Argissolo Vermelho Amarelo

A/Ci – Eficiência de Carboxilação

B – Boro

Ca – Cálcio

CECA – Centro de Ciências Agrárias

Ci – Concentração de CO<sub>2</sub> Intracelular

Cu – Cobre

EFCSO – Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro

E – Transpiração

Fe – Ferro

IAC – Instituto Agronômico de Campinas

Gs – Condutância Estomática

Mg – Magnésio

Mn – Manganês

N – Nitrogênio

P – Fósforo

PMGCA – Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar

RB – República do Brasil

RIDESA – Rede Interuniversitária Para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro

S – Enxofre

SPAD – Soil Plant Analysis Development

SMF – Semana Média de Florescimento

UFAL – Universidade Federal de Alagoas

UFG – Universidade Federal de Goiás

UFPR – Universidade Federal do Paraná

UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

UFS – Universidade Federal de Sergipe

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos

UFV – Universidade Federal de Viçosa

Zn – Zinco

K – Potássio

**LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1** – Dados referentes à temperatura, umidade e precipitação média no período de julho de 2005 a junho de 2006, na Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro (09° 13' S, 35° 50' W, 480 m de altitude), localizada no município de Murici - Alagoas. 13

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Teste  $\chi^2$  de Pearson e contrastes para a percentagem de colmos florescidos em quatro cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), plantadas em três épocas nas condições da Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, Murici-AL. 14
- Tabela 2** – Teste de  $\chi^2$  de Pearson e contrastes para a percentagem de colmos de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) florescidos independente das cultivares, em plantio realizado em julho, agosto e setembro de 2005 nas condições da Serra do Ouro, Murici-AL. 15
- Tabela 3** – Florescimento médio (%) de quatro cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em três épocas de plantio nas condições da Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, Murici-AL. 16
- Tabela 4** – Valores médios para a intensidade de verde (clorofila) em quatro cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), em diferentes épocas de plantio nas condições da Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, Murici-AL. 18
- Tabela 5** – Quadrados Médios (QM) dos resultados da análise de variância para a taxa fotossintética (A), eficiência de carboxilação (A/Ci), condutância estomática (Gs) e transpiração (E) para quatro cultivares de cana-de-açúcar com seis (6), sete (7) e oito (8) meses após o plantio. 18
- Tabela 6** – Médias de taxa fotossintética (A), eficiência de carboxilação (A/Ci), condutância estomática (Gs) e transpiração (E) para quatro cultivares de cana-de-açúcar com seis (6), sete (7) e oito (8) meses após o plantio. 20
- Tabela 7** – Características Físicas do solo da Serra do Ouro, Murici - Alagoas, segundo as normas da Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 33
- Tabela 8** – Composição química do solo da Serra do Ouro, entre as camadas 0-20 e 20-40 cm de profundidade. 33
- Tabela 9** – Resumo da análise de variância dos dados de macronutrientes avaliados em quatro cultivares de cana-de-açúcar no delineamento inteiramente casualizado, seguindo o esquema fatorial (4x3) com quatro repetições. 35
- Tabela 10** – Teor médio dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) no palmito (meristema apical) de quatro cultivares de cana-de-açúcar com cinco (5), seis (6) e sete (7) meses após o plantio, nas condições da Serra do Ouro, Murici-AL. 36
- Tabela 11** – Resumo da análise de variância dos dados de micronutrientes (Zn, Fe, Mn, Cu e B) avaliados em quatro cultivares de cana-de-açúcar no delineamento inteiramente casualizado, seguindo o esquema fatorial (4x3) com quatro repetições. 40

**Tabela 12** – Teor médio dos micronutrientes (Zn, Fe, Mn, Cu e B) no palmito (meristema apical) de quatro cultivares de cana-de-açúcar com cinco (5), seis (6) e sete (7) meses após o plantio nas condições da Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, Murici-AL. 40

**Tabela 13** – Análise de Variância para o desdobramento das cultivares dentro de cada nível de época de plantio para a variável Boro (B) nas condições da Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, Murici-AL. 43

**Tabela 14** – Resumo da análise de variância dos dados de carboidratos solúveis, avaliados em quatro cultivares de cana-de-açúcar no delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial (4x3) com quatro repetições, nas condições da Serra do Ouro, Murici-AL. 45

**Tabela 15** – Concentração de carboidratos solúveis em  $\mu\text{mol.g}^{-1}\text{MS}$ , obtidos da folha de quatro cultivares de cana-de-açúcar antes e após a floração nas condições da Serra do Ouro, Murici-AL. 45

## RESUMO GERAL

A cana-de-açúcar é uma cultura de alta importância social, econômica e ambiental para o Brasil, que é o maior produtor mundial. É estratégica em termos energéticos, pois o Brasil se apresenta como o principal país do mundo a implantar, em larga escala, um combustível renovável alternativo ao petróleo. Considerado o país mais competitivo por deter os maiores níveis de produtividade, de rendimento industrial e menores custos de produção, é o maior exportador de açúcar e álcool, exercendo forte influência na determinação dos preços internacionais desses produtos.

O presente trabalho visou caracterizar, atividade fotossintética, os níveis de nutrientes e carboidratos solúveis em quatro cultivares de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de florescimento plantadas em três épocas. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, seguindo o esquema fatorial 4 x 3, constituído de quatro genótipos e três datas de plantio: 20 de julho, 20 de agosto e 20 de setembro de 2005. A partir do mês de março de 2006, foram mensurados os teores de clorofila e as trocas gasosas, além da contagem do total de colmos florescidos até o final do período de floração na Serra do Ouro. Antes da floração foi coletado o palmito das cultivares para análise de nutrientes. As concentrações de carboidratos solúveis foram determinadas nas folhas antes e após o período de floração na Serra do Ouro. A cultivar F150 foi a que menos respondeu e a RB92579 foi a que apresentou a maior resposta da floração a antecipação da data de plantio de setembro para julho. No geral, a cultivar RB842021, que não floresce, apresentou menor condutância estomática, fotossíntese, eficiência de carboxilação e transpiração do que as cultivares floríferas. O maior teor de clorofila mostrado pela F150 pode ter contribuído para sua maior taxa fotossintética em relação aos outros genótipos, além de supostamente estar envolvida em sua precocidade ao florescimento. A concentração de macronutrientes decresceu de acordo com a época de floração (precoce a

supertardia), com exceção para o Ca e S onde a cultivar precoce apresentou os menores valores, sugerindo-se a participação do Ca no processo de antecipação do florescimento. Para os micronutrientes foi observado o mesmo gradiente decrescente na concentração de Zn, Fe e Mn, sendo que a cultivar considerada de florescimento supertardio apresentou sempre os menores valores. A concentração de carboidratos solúveis apresentado pelas cultivares F150, RB72454 e RB92579 após a floração aumentou 19,74%. Uma concentração equilibrada de nutrientes pode favorecer ao florescimento das cultivares de cana-de-açúcar.

**Palavras chaves:** Trocas gasosas, nutrientes, carboidratos.

#### GENERAL ABSTRACT

Brazil is the largest sugarcane producer in the world, and this extremely important crop gives rise to significant social, economical and environmental implications for the country. Brazil is also the largest industrial manufacturer of sugarcane alcohol and thus occupies a strategic position in terms of supply of this alternative and renewable source of energy. Owing to its unrivalled agricultural and industrial productivity, and lower production costs in comparison with other countries, Brazil is a competitive exporter of both sugar and alcohol, and exerts a strong influence on the international price of these products. The aim of the present work was to determine the photosynthetic activity and the levels of nutrients and soluble carbohydrates in four sugar cane cultivars, with different flowering cycles, planted at three different times of the year in Serra do Ouro (State of Alagoas, Brazil). The experimental design constituted a 4 x 3 factorial random arrangement involving four sugarcane cultivars (F150, RB72454, RB842021 and RB92579) and three planting periods (20<sup>th</sup> July 2005, 20<sup>th</sup> August 2005 and 20<sup>th</sup> September 2005 ). For each crop, the chlorophyll content, the gas exchange and the total number of flowering stalks were determined

from March 2006 until the end of the flowering period. The nutrients present in the cortex of the stalk were also analysed prior to flowering. In terms of flowering, the smallest response to planting earlier than normal (i.e. in July rather than September) was presented by the F150 cultivar, whilst the RB92579 cultivar exhibited the greatest response. In general, the non-flowering cultivar RB842021 showed lower stomatal conductance, photosynthetic rate, carbon fixation efficiency and transpiration compared with the flowering cultivars. The highest chlorophyll content determined in the F150 cultivar may have contributed to its superior photosynthetic rate compared with the other cultivars and also for its premature flowering. The concentration of most macronutrients decreased according to the time of flowering, i.e., the concentration was higher in the premature cultivars compared with the late cultivars. This was not the case for Ca and S, however, since the concentration of these two elements was reduced in the premature cultivar suggesting participation of Ca in the early onset of flowering. The concentration of the micronutrients Zn, Fe and Mn also decreased with the time of flowering, with the late cultivar presenting the smallest values. After flowering the concentration of soluble carbohydrates in cultivars F150, RB72454 and RB92579 increased by 19.74%. A balanced content of nutrients may favour flowering in sugarcane cultivars.

**Word key:** Gaseous changes, nutritious e carbohydrate.

## INTRODUÇÃO GERAL

A cana-de-açúcar é, talvez, uma das maiores conversoras de energia, caracterizando-se como uma verdadeira fábrica de energia renovável e limpa. O balanço de energia dessa planta mostra que uma unidade de energia utilizada na produção de álcool gera de 8,3 a 10,3 unidades finais (CARVALHO e RODRIGUES, 2005).

Nos últimos anos o setor sucroalcooleiro nacional passou por mudanças econômicas e culturais que incluem a gestão de produção, as relações de trabalho e inovações tecnológicas. Com a grande oportunidade de ampliar ainda mais sua presença no mercado internacional, dada a demanda atual e futura pelo álcool, mas sem prejudicar o abastecimento interno, o Brasil precisa vencer alguns desafios, tais como instalação de novas usinas (áreas novas), aprimoramento da linha de produção daquelas já existentes (áreas tradicionais), exigindo ampliação da lavoura canavieira. Neste contexto, torna-se imprescindível utilizar novas cultivares de cana-de-açúcar como importante medida para elevação da produtividade agroindustrial em todas as regiões produtoras.

A cana-de-açúcar é uma planta alógama, da família Gramineae (Poaceae), tribo Andropogoneae, gênero *Saccharum*. Neste gênero, segundo estudos mais aceitos atualmente ocorrem várias espécies, a saber: *S. officinarum* L. ( $2n = 80$ ), *S. robustum* Brandes e Jeswiet ex Grassl ( $2n = 60-205$ ), *S. barberi* Jeswiet ( $2n = 81-124$ ), *S. sinense* Roxb ( $2n = 111-120$ ), *S. spontaneum* L. ( $2n = 40-128$ ) e *S. edule* Hassk. ( $2n = 60-80$ ) (DANIELS e ROACH, 1987).

Existem várias teorias que tentam explicar a origem da cana-de-açúcar (*S. officinarum*), porém a mais aceita atualmente destaca a Nova Guiné e ilhas vizinhas como provável lugar que deu origem a cultura (FAUCONNIER e BASSEREAU, 1975). No Brasil, relata-se que a primeira introdução ocorreu na Capitania de São Vicente, através de Martim Afonso de Souza, no ano de 1532, embora seja possível que tenha sido trazida em expedições anteriores (DANTAS e MELO, 1960).

A cana-de-açúcar, sob determinadas condições de fotoperíodo, temperatura e umidade, floresce emitindo uma panícula ou flecha. Embora essa seja uma característica desejável sob o ponto de vista do melhorista, trata-se de um fenômeno indesejável em áreas comerciais, uma vez que provoca perdas de sacarose nos colmos (BACCHI, 1983).

Matsuoka et al. (1999) relatam que a cana-de-açúcar possui flores hermafroditas que se apresentam numa inflorescência terminal tipo panícula, bem ramificada e com formato conoidal. Presas às ramificações estão às espiguetas arranjadas em pares que contêm as flores individuais. O órgão masculino é constituído por três estames que sustentam uma antera cada um (BACCHI, 1983).

De acordo com Camargo apud Castro e Kluge (2001) pensava-se que a cana-de-açúcar não produzisse sementes, mas, em 1885, Soltwedel conseguiu propagar *Saccharum spontaneum* através de sementes.

Quando em boas condições de temperatura e umidade, as sementes germinam em dois dias. A cariopse tem um pericarpo muito reduzido, com duas epidermes justapostas (CASTRO e KLUGE, 2001).

A prática de cruzamentos genéticos da cana-de-açúcar, especialmente os realizados por Soltweld foram de grande importância, pois na ocasião, o Sereh, doença provocada por um vírus (RANDS e ABBOTT, 1964) dizimava as plantações em Java, que eram constituídas pela cultivar Black-Cheribon. Compreendeu-se, então que se poderia cruzar esta cultivar com outras canas resistentes. No Brasil, trabalho pioneiro de criação de novas cultivares híbridas de cana-de-açúcar foi o de Aguirre Júnior, em 1934, em Piracicaba, que veio a se constituir na base do programa de melhoramento da cana-de-açúcar do Instituto Agrônomo de Campinas-IAC (MATSUOKA et al., 1998).

A obtenção de uma nova cultivar de cana-de-açúcar é uma tarefa árdua, demorada, pacientemente, e às vezes frustrante e que exige muita dedicação do melhorista (MATSUOKA, 1987).

Seu surgimento é dependente do florescimento de cultivares que possuam uma ampla variabilidade genética, sendo que são poucos os locais que têm condições ambientais favoráveis ao florescimento natural e profuso da cana-de-açúcar e entre esses locais podemos destacar a Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro (EFCO) do Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar (PMGCA), localizado no Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) que é a base para a obtenção de novas cultivares de cana-de-açúcar da sigla RB (República do Brasil), atendendo às Universidades da Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro (RIDESA), composta pelas seguintes Universidades: Federal de Alagoas (UFAL), Federal de Goiás (UFG), Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Federal do Paraná (UFPR), Federal de São Carlos (UFSCar), Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Federal de Sergipe (UFS) e Federal de Viçosa (UFV) (SANTOS, 2005).

O florescimento na Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro geralmente inicia no mês de abril e se estende até final de junho, onde os diversos cultivares ali encontrados, apresentam ciclos de florescimento diferenciados ou até mesmo não florescem, impossibilitando a realização de alguns cruzamentos desejáveis.

Um grande problema encontrado pelos fitomelhoristas que trabalham com a cultura da cana-de-açúcar é sincronizar o florescimento das mais diversas cultivares existentes em um banco de germoplasma. Por isso se tem a necessidade de identificar quais os fenômenos fisiológicos que estejam atuando no mecanismo de indução floral da cana-de-açúcar para que os fitomelhoristas possam usar algumas técnicas de indução floral para as cultivares consideradas relutantes, prolongar aquelas consideradas precoces e antecipar as que são de florescimento supertardio.

Deste modo o presente trabalho visou caracterizar a intensidade de verde (teor de clorofila), atividade fotossintética, os níveis de nutrientes na região do palmito e carboidratos solúveis nas folhas de quatro cultivares de cana-de-açúcar com intensidade e ciclos de florescimento diferenciados.

Para facilitar a discussão dos resultados, o trabalho foi dividido em capítulos, sendo o primeiro capítulo intitulado: Incidência de florescimento, teor de clorofila e trocas gasosas de quatro cultivares de cana-de-açúcar em função da época de plantio e o segundo capítulo como: Caracterização da concentração de nutrientes e carboidratos solúveis em cultivares de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de florescimento.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BACCHI, O. O. S. Botânica da Cana-de-açúcar. In: Filho, J. O. **Nutrição e adubação da cana-de-açúcar no Brasil**. Instituto do Açúcar e do Alcool. Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-açúcar – PLANALSUCAR. Piracicaba – SP, 1983. nº 2, p.25-40.

BUENO, L. C. S., MENDES. A. N. G., CARVALHO, S. P. **Melhoramento de plantas: princípios e procedimentos**. Lavras: UFLA, 2001. 282p.

CARVALHO, L.C. e RODRIGUES, R. Cana-de-açúcar um ícone a projetar o Brasil. **Revista STAB – Açúcar, Alcool e Subprodutos**, Piracicaba, v.24, n.1, p.20, 2005.

CASTRO, P. R. C. e KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de culturas extrativas: cana-de-açúcar, seringueira, coqueiro, dendezeiro e oliveira**. Cosmópolis: Stoller do Brasil, 2001. 138p.

DANIELS, J. e ROACH, B.T. Taxonomy and evolution. In: HEINZ, D.J. (ed.). **Sugarcane improvement through breeding**. Elsevier, Amsterdam. 1987. P.7-84.

FAUCONNIER, R.E. e BASSEREAU, D. **La caña de azucar**. Barcelona: Blume, 1975.433p.

RANDS, R.D. e ABBOTT, E.V. Sereh causal presumably a virus. In HUGHES, C. G., ABBOTT, E. V., WISMER, C. A. (ORG) **Sugar cane diseases of the world**. Elsevier publishing company. Amsterdam – London – New York, 1964. v.1 p.183-189.

MATSUOKA, S., GARCIA, A.A.F., CALHEIROS, G.G. Hibridação da Cana-de-açúcar. In: Borém, A. (Org.) **Hibridação Artificial de Plantas**. – Viçosa: UFV, 1999. p. 221-254.

MATSUOKA, S., ARIZONO, H., BASSINELLO, A. I., GARCIA, A. A. F., GHELLER, A. C. A., GIGLIOTI, E. A., HOFFMANN, H. P., MASSUDA, I. **Seis Novas Variedades RB de Cana-de-açúcar**. Araras – SP, 1998. 24p.

MATSUOKA, S. **RB72454: Uma variedade de cana-de-açúcar para todo o Brasil**. Brasil Açucareiro, ano LV - v.105 n. 4, 5 e 6, 1987.

**SANTOS, J.M. Avaliação do florescimento de variedades de cana-de-açúcar na Serra do Ouro de 1998 a 2004.** 2005. 54p. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo.

## CAPITULO 1

### INCIDÊNCIA DE FLORESCIMENTO, TEOR DE CLOROFILA E TROCAS GASOSAS DE QUATRO CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM TRÊS ÉPOCAS DE PLANTIO

### INCIDENCE OF FLOWERING, TENOR OF CHLOROPHYLL AND GASEOUS CHANGES OF FOUR SUGARCANE CULTIVARS IN THREE TIMES OF PLANTING

SANTOS, J.M.; ENDRES, L.; BARBOSA, G.V.S.; FERREIRA, V.M.;

SILVA, J.V.; SILVA, P.P.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo relacionar algumas variáveis fisiológicas com o florescimento de quatro cultivares de cana-de-açúcar. Foi conduzido um experimento com as cultivares F150, RB72454, RB92579 e RB842021, de ciclos de florescimento precoce, intermediário, supertardio e relutante, respectivamente, plantadas em três épocas distintas (20 de julho, 20 de agosto e 20 de setembro). O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, seguindo o esquema fatorial 4 x 3 (cultivares x época de plantio). A partir do mês de março de 2006, foram mensurados os teores de clorofila e as trocas gasosas, além da contagem do total de colmos florescidos das plantas no final do período de floração. A cultivar F150 foi quem apresentou menor incremento e a RB92579 foi a que apresentou o maior incremento da floração quando ocorreu a antecipação da data de plantio de setembro para julho. No geral, a cultivar RB842021, que não floresce, apresentou menor condutância estomática, fotossíntese, eficiência de carboxilação

e transpiração do que as cultivares floríferas. O maior teor de clorofila mostrado pela F150 pode ter contribuído para a elevada taxa fotossintética da mesma em relação às outras cultivares, podendo ser um fator envolvido em sua precocidade ao florescimento.

Palavras chave: *Saccharum* sp, trocas gasosas, fatores ambientais,

### ABSTRACT

The aim of the present work was to relate some physiologic characteristics with the flowering in four sugarcane cultivar. An experiment was led with the cultivars F150, RB72454, RB92579 and RB842021, of flowering cycles premature, middleman, late and reluctant, respectively, planted in three different times (20<sup>th</sup> July 2005, 20<sup>th</sup> August 2005 and 20<sup>th</sup> September 2005). The experimental design constituted a 4 x 3 factorial random arrangement involving four sugarcane cultivars and three planting periods. For each crop, the chlorophyll content, the gas exchange and the total number of flowering stalks were determined from March 2006 until the end of the flowering period. In terms of flowering, the smallest response to planting earlier than normal (i.e. in July rather than September) was presented by the F150 cultivar, whilst the RB92579 cultivar exhibited the greatest response. In general, the non-flowering cultivar RB842021 showed lower stomatal conductance, photosynthetic rate, carbon fixation efficiency and transpiration compared with the flowering cultivars. The highest chlorophyll content determined in the F150 cultivar may have contributed to its superior photosynthetic rate compared with the other cultivars and also for its premature flowering.

Works Key: *Saccharum* sp., gaseous exchanges, environmental factors.

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma cultura de extrema importância para a economia brasileira, principalmente nos últimos anos devido à crise energética mundial, surgindo como uma excelente fonte de energia renovável, além de sua produção de açúcar e outras dezenas de subprodutos.

Para que o Brasil tenha se tornando referência mundial em cana-de-açúcar, os bancos de germoplasma dos programas de melhoramento genético da cultura foram sem dúvida a base para o avanço do setor canavieiro.

Sob o ponto de vista fisiológico, o florescimento é um processo complexo, o qual se procede em fases consecutivas e depende de condições externas, mecanismos regulatórios internos e do desenvolvimento ontogenético geral (GRAÇA et al., 1986). Taiz e Zeiger (2004) afirmam que algumas plantas exibem uma exigência absoluta dos sinais ambientais corretos para que possam florescer. De acordo com Alexander (1973) virtualmente todos os colmos de cana-de-açúcar podem produzir flores, sob condições satisfatórias algumas cultivares florescem profusamente, e outras são relutantes. Paliatseas e Chilton (1956) sugeriram que o florescimento é uma seqüência de processos fisiológicos distintos e que os fatores ambientais têm diferentes efeitos sobre os vários estádios de florescimento.

Segundo Clementes (1971) o florescimento geralmente é mais profuso em latitudes de 5 - 15 graus, especialmente entre 7 e 8 graus. Juang (1968) também relatou a importância da latitude no florescimento da cana-de-açúcar. Isso levou vários pesquisadores a estudar o efeito do fotoperíodo sobre o florescimento da cana-de-açúcar (MOORE E HEINZ, 1971; PALIATSES, 1974; NUSS, 1977; JAMES, 1969; VIVEIROS e CASSALETT, 1996).

A maioria dos estádios de desenvolvimento das panículas de cana-de-açúcar, desde o período de indução até o início do alongamento da panícula, são sensíveis a diferentes fotoperíodos,

sendo que o estágio inicial de diferenciação do meristema vegetativo em reprodutivo exige comprimento de dia intermediário e o estágio mais avançado da formação da panícula necessita que o comprimento do dia seja curto (CLEMENTES, 1971). Segundo Paliatseas (1974) algumas das dificuldades encontradas para fazer cruzamentos da cana-de-açúcar foram associadas com problemas no sincronismo do florescimento. No entanto, de acordo com o autor, esses problemas de sincronismo têm sido superados com o ajustamento do fotoperíodo, interrupção da luz ou aumentando sua intensidade. De acordo com Coleman (1968) 15 noites com comprimento entre 12:00 e 12:30 horas (fotoperíodo indutivo) são suficientes para obter florescimento máximo e com menos de 10 noites o florescimento não ocorre.

Para Berding e Hurney (2005) o impacto negativo das altas temperaturas no processo de florescimento nos trópicos não tem sido completamente apreciado e o uso de instrumentos fotoperiódicos (câmaras escuras e campos de iluminação) tem sido mínimo. Nos locais onde ocorre florescimento profuso, a temperatura mínima raramente fica abaixo de 18°C e a máxima nunca ultrapassa os 32-35°C (LEVI, 1983). Pereira et al. (1983) em estudos realizados nas condições de Araras-SP, durante o período de 1972 a 1982, mostraram que a frequência de noites com temperaturas mínimas  $\geq 18^{\circ}\text{C}$  e dias com temperaturas máximas  $< 31^{\circ}\text{C}$  discriminam anos com e sem florescimento. Berding e Moore (2001) relataram que dias com temperaturas máximas  $> 32^{\circ}\text{C}$  durante a iniciação floral são deletérias para o processo de florescimento.

Segundo Larcher (2004) a energia e os materiais de construção requisitados pela floração; denominado “esforço reprodutivo”; são proporcionados tanto pela atividade fotossintética como pela incorporação de substâncias minerais.

A atuação das variáveis ambientais e algumas técnicas de indução de florescimento em cana-de-açúcar têm sido bastante estudadas, porém, as diferentes respostas ao florescimento encontradas com cultivares que florescem em períodos distintos ou até mesmo não florescem ainda

permanecem obscuras, tendo-se a necessidade da realização de alguns estudos básicos para tentar investigar sobre outros fatores (atividade fotossintética, trocas gasosas) que também podem estar influenciando nas diferentes respostas varietais ao florescimento. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar a intensidade de verde (clorofila), as trocas gasosas e avaliar o florescimento de quatro cultivares de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de floração em função da época de plantio.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado e conduzido sob condições de campo na Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro (EFCSO), Murici – AL (09° 13' S, 35° 50' W, 480 m de altitude). O solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (AVA), distrófico típico, A moderado, textura argilosa com relevo ondulado (10 a 12% de declividade). Foram escolhidas quatro cultivares de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de florescimento nas condições da EFCSO, conforme classificação estabelecida por Santos (2005): F150 que é uma cultivar classificada como precoce, com semana média de florescimento (SMF) na terceira semana de abril, a RB72454 que é intermediária, cuja SMF é a última semana de abril, a RB92579 com florescimento supertardio, com SMF na última semana de maio e a RB842021 que é de difícil florescimento, sendo classificada como relutante. Essas quatro cultivares foram submetidas a três diferentes épocas de plantio (20 de julho, 20 de agosto e 20 de setembro no ano de 2005). O plantio foi realizado em caixas, com partes do colmo contendo uma gema, tratada termicamente por um período de duas horas a 50°C para controlar o raquitismo da soqueira. Após 30 dias do plantio em caixas, as mudas de cana-de-açúcar foram transplantadas para o campo experimental. O delineamento experimental

utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, seguindo o esquema fatorial 4 x 3, constituídos por quatro cultivares e três épocas de plantio.

O teor de clorofila foi medido na folha +1 (a primeira mais jovem completamente desenvolvida) nos dias sete e oito de março de 2006, com o auxílio do medidor de clorofila SPAD-502 ("*Soil plant analysis development*") (MINOLTA, 1989). Foram realizadas 36 medidas no terço médio das folhas em cada parcela. Esse aparelho possui diodos que emitem luz a 650 nm (vermelho) e a 940 nm (infravermelho). A luz em 650 nm situa-se próxima dos dois comprimentos primários de ondas associados ao pico de absorvância da clorofila (645 e 663 nm). A luz em 940 nm serve como referência interna para compensar diferenças na espessura ou no conteúdo de água da folha ou que sejam devidas a outros fatores (WASKOM 1996, apud ARGENTA et al., 2001).

As medições de trocas gasosas foram realizadas no período de pré-floração das 08:00 as 11:00 horas, nos dias sete e oito de março de 2006 com um analisador portátil de CO<sub>2</sub> a infravermelho (IRGA), ADC, modelo LCI (Hoddesdon, UK). A folha utilizada foi a +1, onde foram avaliadas as seguintes características: taxa de fotossíntese (A), transpiração (E), condutância estomática (Gs) e concentração de CO<sub>2</sub> intracelular (Ci). De posse dos valores de Ci e A foi calculada a eficiência de carboxilação, definida pelas razão A/Ci.

Durante toda a fase experimental foram coletados dados climáticos de uma estação meteorológica automatizada, situada a 500 metros do local do experimento (Figura 1). As variáveis ambientais coletadas foram: temperatura máxima e mínima diária, precipitação pluvial e umidade relativa do ar.

A quantificação do número de panículas por parcela foi realizada no final do período de florescimento nas condições da Serra do Ouro (junho). Os dados de florescimento foram analisados através do teste  $\chi^2$  de Pearson e contrastes, as variáveis fisiológicas foram submetidas à análise de variância.

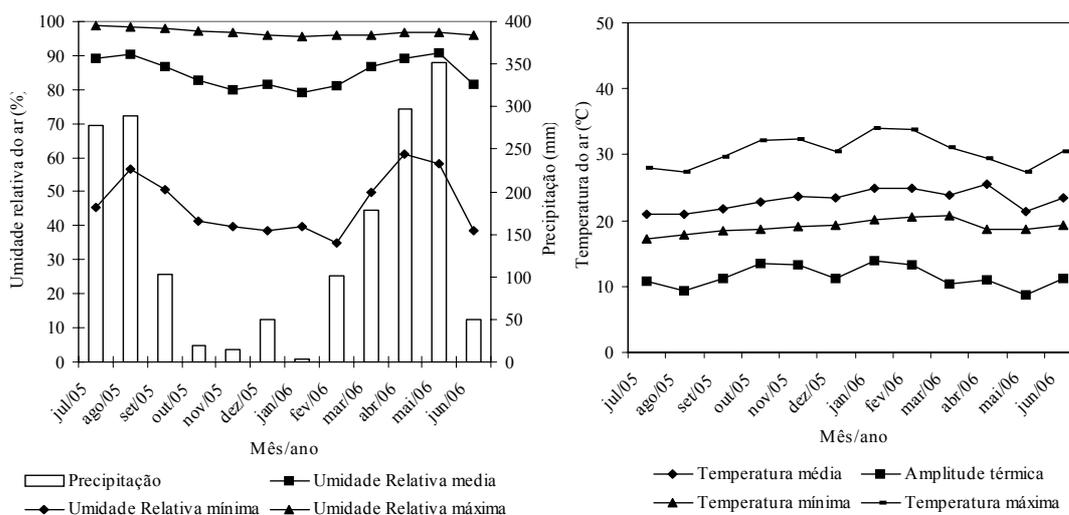


FIGURA 1 – Dados referentes à temperatura, umidade e precipitação média no período de julho de 2005 a junho de 2006, na Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro (09° 13' S, 35° 50' W, 480 m de altitude), localizada no município de Murici - Alagoas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que durante a condução do experimento, as temperaturas mínimas e máximas permaneceram dentro dos limites ideais relatadas na literatura para que ocorra o florescimento da cana-de-açúcar (Figura 1) (LEVI, 1983). A amplitude térmica, que é um forte indicador de anos floríferos, variou de 9,4°C em agosto a 13,9°C em janeiro, corroborando com a hipótese de que em ambientes floríferos 90% da diferença entre temperatura máxima e mínima encontram-se abaixo de 13°C (PEREIRA et al., 1983). Allam et al. (1977) relataram que as diferenças no tempo de florescimento entre cultivares de cana-de-açúcar têm sido atribuídas às baixas temperaturas. A umidade relativa do ar apresentou média de 84,9% durante a condução do experimento, onde a mínima foi registrada no mês de fevereiro (35,1%) e a máxima em julho (98,8%). A baixa precipitação pluvial nos meses de outubro e janeiro (85,6mm), não prejudicou o florescimento, pois, durante esse período, o ensaio foi irrigado. Durante a condução do experimento, a precipitação

pluvial ocorrida (1.733,1 mm) ficou abaixo da média histórica da Serra do Ouro que é de 2.362,9 mm (BARRETO, 2002).

As cultivares apresentaram diferenças altamente significativas para as percentagens de florescimento pelo teste  $\chi^2$  de Pearson, sendo que a RB842021 não emitiu panículas em nenhuma das épocas de plantio avaliadas (Tabela 1). A RB72454 obteve a maior percentagem média de florescimento, seguida pela F150 e RB92579. A realização de contrastes para confrontar o florescimento das cultivares mostrou que todas apresentaram percentagens de floração diferenciadas ( $P < 0,001$ ), reforçando a constatação de Salata et al. apud Peixoto e Machado Jr, (1983); Santos (2005) de que a incidência de florescimento é bastante diferente de uma cultivar para outra.

TABELA 1 - Teste  $\chi^2$  de Pearson e contrastes para a percentagem de colmos florescidos em quatro cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), plantadas em três épocas nas condições da Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, Murici-AL.

Cultivares	Colmos	Com flores (%)	Sem flores (%)	$\chi^2$	P
F150	285	47,37	52,63	497,74	0,000
RB72454	302	59,93	40,07		
RB92579	404	8,91	91,09		
RB842021	472	0	100		
<b>Total</b>	<b>1.463</b>	<b>24,06</b>	<b>75,94</b>		
Contrastes					
RB842021	472	0,00	100	220,77	0,000
x					
RB92579 + RB72454 + F150	991	35,52	64,48		
<b>Total</b>	<b>1.463</b>	<b>24,06</b>	<b>75,94</b>		
RB92579	404	8,91	91,09	210,85	0,000
x					
RB72454 + F150	587	53,83	46,17		
<b>Total</b>	<b>991</b>	<b>35,52</b>	<b>64,48</b>		
RB72454	302	59,93	40,07	9,32	0,000
x					
F150	285	47,37	52,63		
<b>Total</b>	<b>587</b>	<b>53,83</b>	<b>46,17</b>		

As épocas de plantio também influenciaram a percentagem de florescimento das cultivares (Tabela 2). Observou-se que quando o plantio ocorreu nos meses de julho e agosto, ocorreram

incrementos na emissão de panículas de aproximadamente 5,0 e 2,8 vezes, respectivamente, em comparação com o plantio realizado no mês de setembro.

TABELA 2 - Teste de  $\chi^2$  de Pearson e contrastes para a percentagem de colmos de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) florescidos independente das cultivares, em plantio realizado em julho, agosto e setembro de 2005 nas condições da Serra do Ouro, Murici-AL.

Plantio	Colmos	Com flores (%)	Sem flores (%)	$\chi^2$	p
Julho	516	38,76	61,24	138,21	0,000
Agosto	495	24,85	75,15		
Setembro	452	6,42	93,58		
<b>Total</b>	<b>1.463</b>	<b>24,06</b>	<b>75,94</b>		
<b>Contrastes</b>					
Julho x Agosto + Setembro	516 947	38,76 16,05	61,24 83,95	94,27	0,000
<b>Total</b>	<b>1.463</b>	<b>24,06</b>	<b>75,94</b>		
Agosto x Setembro	495 452	24,85 6,42	75,15 93,58	59,57	0,000
<b>Total</b>	<b>947</b>	<b>37,17</b>	<b>62,83</b>		

Todas as cultivares que floresceram se beneficiaram da antecipação da época de plantio, no entanto a intensidade de resposta diferiu entre as cultivares (Tabela 3). A F150, quando plantada em julho e agosto, apresentou percentagem de florescimento, respectivamente, 3,93 e 1,51 vezes maior em relação ao plantio de setembro, já a RB72454, obteve incrementos na ordem de 4,01 e 2,87 vezes, em relação ao plantio de setembro com a mesma alteração na época de plantio. A RB92579 apresentou florescimento 21,7 vezes maior quando plantada em julho e 6,12 vezes quando plantada em agosto em relação ao plantio de setembro, corroborando com as afirmações de Coleman (1968) de que cultivares de cana-de-açúcar diferem no número de entrenós requerido ou a idade a qual alcançam a condição de maturidade para florescer.

O maior incremento na floração da RB92579, quando ocorreu à antecipação da época de plantio pode estar relacionada ao fato da cultivar ser de ciclo supertardio, necessitando de um maior tempo para que os colmos se tornem responsivos ao fotoperíodo indutivo para a floração, ao passo

que as cultivares precoce (F150) e intermediária (RB72454), já possuíam maior número de colmos adultos nos plantios realizados em agosto e setembro.

TABELA 3 - Florescimento médio (%) de quatro cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) em três épocas de plantio nas condições da Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, Murici-AL.

Cultivar	Período de florescimento	Florescimento médio (%)		
		Plantio em julho	Plantio em agosto	Plantio em setembro
F150	Precoce	81,25	41,35	16,47
RB72454	Intermediária	85,59	66,06	17,07
RB92579	Super tardia	18,62	5,84	0,82
RB842021	Relutante	0,00	0,00	0,00
<b>Média Geral</b>		<b>47,26</b>	<b>28,78</b>	<b>8,91</b>

A diminuição observada nas percentagens de florescimento das cultivares com o retardamento da época de plantio pode ser creditada ao fato de que na cultura da cana-de-açúcar a diferenciação do meristema vegetativo em reprodutivo ocorre somente quando os fatores ambientais são propícios para a ocorrência de tal fenômeno e seus colmos apresentam acima de três e quatro entrenós completamente formados (LEVI, 1983). No caso específico deste ensaio, quando essas condições favoráveis foram ofertadas pelo ambiente (fevereiro - março), uma grande parte dos colmos, principalmente quando plantados em setembro, não estavam com maturidade para que ocorresse o processo de diferenciação do meristema vegetativo em reprodutivo, principalmente na cultivar supertardia (RB92579).

Apesar de teoricamente terem sido ofertadas as condições adequadas para o processo de diferenciação do meristema vegetativo em reprodutivo, a cultivar RB842021 não floresceu. A maioria das plantas usam uma combinação de sinais ambientais (externos) e autônomos que são percebidos pelas folhas, sendo em seguida transmitido um sinal para o meristema apical, fazendo com que as plantas floresçam no momento apropriado (COLASANTI e SUNDARESAN, 2000;

MCSTEEN, et al., 2000; YMAIZUMI e KAY, 2006). De acordo com Hua et al. (2004) os fatores ambientais têm papel importantíssimo no controle do florescimento e nem todas as plantas usam o mesmo gatilho ambiental para provocar as mudanças da fase vegetativa para a reprodutiva. Desta forma, os fatores que impedem o florescimento da cultivar RB842021, ainda permanecem desconhecidos, devendo ser realizado novos estudos para tentar compreender as variáveis que atuam para suprimir o florescimento de determinadas cultivares de cana-de-açúcar.

Para a variável intensidade de verde (teor de clorofila) e trocas gasosas, não foram realizados procedimentos de comparações múltiplas, pois, conforme Resende (2002) para determinados estatísticos de renome como J. A. Nelder, os métodos de comparações múltiplas têm importância mínima na interpretação dos dados. Ainda, segundo o mesmo, os experimentos são realizados, principalmente, com objetivos de avaliar a magnitude dos efeitos de tratamentos e não apenas testar se esses efeitos diferem. Assim, torna-se, por vezes, mais importante verificar se os tratamentos diferem por uma diferença especificada pelo pesquisador, de acordo com a importância prática dessa diferença.

As cultivares RB72454, RB842021 e RB92579, apresentaram valores médios de clorofila praticamente iguais (Tabela 4). Enquanto que a cultivar F150 apresentou teor médio de clorofila 14% superior as demais cultivares e ao mesmo tempo, apresentou um teor de nitrogênio (N) total da parte aérea 20% maior em relação às outras cultivares (dados não mostrados). Argenta et al. (2001) ao analisarem a relação entre leitura do clorofilômetro e o teor de nitrogênio (N) em milho, constataram que nos estágios de 10 a 11 folhas e de espigamento o teor de N na folha aumentou linearmente em relação as leitura do clorofilômetro. Ranjith et al. (1995) verificaram que, em duas cultivares de cana-de-açúcar, H65-7052 e H69-8235, quando o conteúdo foliar de N aumentou de 50 para 97  $\text{mmol.m}^{-2}$ , a atividade das enzimas PEPC e RUBISCO e o conteúdo de clorofila também praticamente dobraram. Kumar et al. (1972), relataram que o conteúdo de clorofila nas folhas de

cana-de-açúcar varia em função da idade da folha e é distribuído em um gradiente positivo entre a base e o ápice de uma dada folha.

Os Quadrados Médios (QM) dos resultados da análise de variância para as variáveis de trocas gasosas encontram-se apresentados na Tabela 5. Entre todas as variáveis analisadas, foi detectado efeito apenas do fator época de plantio, sobre a eficiência de carboxilação (A/Ci), pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4 – Valores médios para a intensidade de verde (clorofila) em quatro cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), em diferentes épocas de plantio nas condições da Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, Murici-AL.

Cultivar	Período de Florescimento	Intensidade de verde (clorofila)			Média Geral
		Plantio em Julho	Plantio em Agosto	Plantio em Setembro	
F150	Precoce	37,3*	38,63	39,65	<b>38,53</b>
RB72454	Intermediária	35,18	32,6	32,88	<b>33,55</b>
RB92579	Super tardia	36,65	30,53	35,4	<b>33,86</b>
RB842021	Relutante	35,3	33,05	33,58	<b>33,98</b>
<b>Média</b>		<b>36,11</b>	<b>33,7</b>	<b>35,38</b>	<b>34,98</b>

\* Leituras SPAD "Soil plant analysis development"

TABELA 5 - Quadrados Médios (QM) dos resultados da análise de variância para a taxa fotossintética (A), eficiência de carboxilação (A/Ci), condutância estomática (Gs) e transpiração (E) para quatro cultivares de cana-de-açúcar com seis (6), sete (7) e oito (8) meses após o plantio.

Fonte de Variação	Graus de liberdade	A	A/Ci	Gs	E
Cultivar (C)	3	53,313 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,492 <sup>ns</sup>
Época de Plantio (EP)	2	75,690 <sup>ns</sup>	0,018*	0,003 <sup>ns</sup>	0,624 <sup>ns</sup>
C*EP	6	23,604 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	1,117 <sup>ns</sup>
Resíduo	36	38,814	0,004	0,006	1,433
<b>Média</b>		<b>15,150</b>	<b>0,150</b>	<b>0,134</b>	<b>3,562</b>
<b>CV (%)</b>		<b>41,120</b>	<b>43,230</b>	<b>58,330</b>	<b>33,600</b>

\*: significativo pelo teste F ( $p = 0,05$ ); <sup>ns</sup>: não significativo pelo teste F ( $p > 0,05$ ).

Na cana-de-açúcar com seis meses após o plantio, observou-se que existe pouca diferença na taxa fotossintética entre as cultivares que florescem regularmente (F150, RB72454 e RB92579), sendo que essas apresentaram uma taxa média de 61,75% superior a cultivar que não floresce

(RB842021) (Tabela 6). Para a cana-de-açúcar com sete meses após o plantio, a cultivar F150, obteve a maior taxa de fotossíntese, seguida pela RB842021, RB72454 e RB92579.

A cultivar F150, com oito meses após o plantio, apresentou taxa fotossintética 64,34% maior do que a RB842021 que é refratária ao florescimento e quando comparada com a RB72454 e a RB92579 teve taxa fotossintética, respectivamente 30,51 e 8,45% mais intensa. Na média geral, a F150 foi 20,0% fotossinteticamente mais ativa do que a média das outras três cultivares (Tabela 6), sendo que esse fato pode está relacionado ao elevado teor de clorofila que foi encontrado nas folhas dessa cultivar (Tabela 4).

A taxa fotossintética média ( $15,15 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ ) encontrada nesse trabalho foi quase o dobro da encontrada por GLAZ et al., (2004). Segundo Hartt e Burr (1967) folhas de cana-de-açúcar contendo visivelmente menos clorofila apresentaram uma baixa taxa fotossintética. Miguel et al. (2007) também encontraram baixas taxas fotossintéticas em folhas de seringueira com menor teor de clorofila. Por outro lado, a maior média de fotossíntese apresentada pela cultivar F150 pode estar correlacionada ao seu alto teor de N. Em folhas de milho foi detectado que o decréscimo do teor de N diminui a taxa fotossintética (PAPANOV et al., 2005). Por conseguinte, pode-se sugerir que a cultivar que floresce precocemente possui um teor de N, clorofila e taxa fotossintética mais alta em relação às cultivares de florescimento intermediário, supertardio e relutante, levando a planta a acumular mais reservas e maturar antes das demais, tornando-se apta a reprodução precocemente, no entanto, essa hipótese ainda tem que ser testada.

TABELA 6 – Médias de taxa fotossintética (A), eficiência de carboxilação (A/Ci), condutância estomática (Gs) e transpiração (E) para quatro cultivares de cana-de-açúcar com seis (6), sete (7) e oito (8) meses após o plantio.

Cultivar	A ( $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ )			Média	A/Ci ( $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}\text{Pa}^{-1}$ )			Média
	meses após o plantio				meses após o plantio			
	6*	7**	8***		6	7	8	
F150	14,77	15,77	21,42	<b>17,32</b>	0,1453	0,1557	0,2313	<b>0,1774</b>
RB72454	16,11	12,34	16,42	<b>14,96</b>	0,1639	0,1304	0,1802	<b>0,1582</b>
RB92579	15,19	12,99	19,76	<b>15,98</b>	0,1455	0,1113	0,196	<b>0,1509</b>
RB842021	9,49	14,5	13,04	<b>12,34</b>	0,0879	0,1084	0,1435	<b>0,1133</b>
<b>Média</b>	<b>13,89</b>	<b>13,9</b>	<b>17,66</b>	<b>15,15</b>	<b>0,1357</b>	<b>0,1264</b>	<b>0,1878</b>	<b>0,1499</b>

Cultivar	Gs ( $\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ )			Média	E ( $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ )			Média
	meses após o plantio				meses após o plantio			
	6	7	8		6	7	8	
F150	0,128	0,138	0,19	<b>0,152</b>	3,34	3,57	4,27	<b>3,72</b>
RB72454	0,138	0,095	0,13	<b>0,121</b>	3,17	3,21	3,75	<b>3,38</b>
RB92579	0,133	0,145	0,17	<b>0,149</b>	3,82	3,32	4,11	<b>3,75</b>
RB842021	0,075	0,168	0,098	<b>0,113</b>	3,11	4,2	2,89	<b>3,4</b>
<b>Média</b>	<b>0,118</b>	<b>0,136</b>	<b>0,1467</b>	<b>0,134</b>	<b>3,36</b>	<b>3,58</b>	<b>3,75</b>	<b>3,56</b>

\*Plantios de setembro, \*\* plantio de agosto e \*\*\*plantio de julho.

Nas cultivares de cana-de-açúcar aqui estudadas, a fotossíntese aumentou com o avanço da maturidade dos colmos, onde, no geral, comparando-se as médias obtidas em cada época de plantio, as parcelas de cana-de-açúcar mais velhas e em estágio de maturidade mais avançado apresentaram maior taxa fotossintética (Tabela 6). Já em alguns outros trabalhos com cana-de-açúcar, a fotossíntese declinou significativamente a partir dos cinco meses de idade (ALEXANDER,1973). Nota-se que a RB842021 apresentou as menores taxas de fotossíntese com seis e oito meses de idade, com média geral inferior à das cultivares floríferas. Essa maior taxa fotossintética das três cultivares floríferas pode estar influenciando na formação e partição de maior quantidade de assimilados para o meristema reprodutivo durante o início da floração.

A F150 com sete meses após o plantio, e com o avanço da maturidade dos colmos apresentou a maior eficiência de carboxilação (A/Ci), enquanto que a RB842021 chegou a ser até

63,86% menos eficiente do que a F150 na média geral das três épocas avaliadas. No geral, observou-se que a cultivar de florescimento precoce (F150) teve a maior  $A/C_i$ , seguida da intermediária (RB72454), supertardia (RB92579) e a relutante (RB842021) (Tabela 6), ou seja, as cultivares mais precoces ao florescimento mostraram ser mais eficientes em utilizar o  $CO_2$  que lhe foi disponibilizado antes da floração para transformá-lo através da fotossíntese, em carboidratos para suprir as demandas do metabolismo da planta, sendo uma dessas demandas a formação de estruturas reprodutivas. Miguel, et al. (2007) relataram que a maior concentração de clorofila em folhas de clones de seringueira também influenciou a eficiência de carboxilação das mesmas. Maior concentração e atividade da rubisco em função da maior concentração de clorofila aumentam potencialmente as taxas de carboxilação, seqüestrando mais rapidamente o  $CO_2$  atmosférico (RONQUIM, 2004).

De forma geral, com exceção da terceira época de plantio, as três cultivares que floresceram apresentaram condutância estomática maior do que a cultivar que não floresceu, sendo que essa menor condutância observada para a RB842021 levou a uma baixa transpiração da folha, podendo estar relacionado à menor taxa fotossintética apresentada pela mesma, em relação às outras cultivares. Du et al. (1998) encontrou em cana-de-açúcar que o fechamento estomático resultou em redução da taxa fotossintética. Paiva et al. (2005) relataram que uma diminuição na condutância estomática nas folhas das plantas, aumenta a resistência à difusão gasosa e, conseqüentemente, diminui a taxa de assimilação de  $CO_2$  e transpiração. Em estudos realizados com trigo duro e normal a queda de assimilação de  $CO_2$  estava relacionada principalmente à diminuição na condutância estomática (SASSAKI e MACHADO, 1999).

Todas as cultivares tiveram transpiração correlacionada positivamente com a condutância estomática (Tabela 6), com exceção da RB72454 que não apresentou correlação significativa ( $r=0,46$  com  $p=0,13$ ). As cultivares F150 e RB92579 também apresentaram as maiores taxas

transpiratórias quando comparadas com a RB72454 e a RB842021, em função de também terem apresentado as maiores condutância estomáticas.

### **CONCLUSÕES**

- 1- A amplitude térmica registrada na Serra do Ouro não foi impeditiva ao processo de florescimento natural das cultivares de cana-de-açúcar estudadas.
- 2- A antecipação da época de plantio de setembro para julho aumentou a percentagem de florescimento das cultivares F150 (precoce), RB72454 (intermediário) e RB92579 (supertardio).
- 3- A elevada intensidade de verde (teor de clorofila) e fotossíntese apresentadas pela F150 pode estar relacionados com sua precocidade ao florescimento.
- 4- Observou-se um gradiente decrescente (precoce a relutante) na eficiência de carboxilação das cultivares.

### **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar (PMGCA) pelo apoio logístico e suporte financeiro, a FAPEAL pela concessão da bolsa e ao CNPq pela aquisição dos equipamentos utilizados no experimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAM, A.I, NOUR, A.H.; FAYED, T.A. The flowering behavior of latitudinally displaced sugarcane varieties. In: **PROCEEDINGS OF THE XVI CONGRESS**. International Society of Sugarcane Technologists. São Paulo -BR, 1977. v.1, p.283-290.

ALEXANDER, A.G. **Sugarcane physiology**. A comprehensive study of the Saccharum source-to-sink system. Elsevier scientific publishing company. Amsterdam – London – New York ,1973. 752p.

ARGENTA, G., SILVA, P.R.F., BARTOLINI, C.G., FORSTHOFER, E.L., STRIEDER, M.L. Relationship of reading of portable chlorophyll meter with contents of extractable chlorophyll and leaf nitrogen in maize. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras,v.13, n.2, p.158-167, 2001.

BARRETO, E.J.S. **Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro - EFCSO: Características do banco de germoplasma, comportamento do florescimento, técnicas de hibridação em cana-de-açúcar. 2002. 32p.** Monografia (Graduação). Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

GLAZ, B., MORRIS, D.R., DAROUB, S.H. Sugarcane photosynthesis, transpiration, and stomatal conductance due to flooding and water table. **Crop Science**, v.44. p.1633-1641, 2004.

BERDING, N. e HURNEY, A. P. Flowering and lodging, physiological-based traits affecting cane and sugar yield what do we know of their control mechanisms and how do we manage them. **Field crops research**, 92 (2005) p. 261-275.

CESNIK, R. e MIOCQUE, J. **Melhoramento da Cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307p., il., 22 cm.

CLEMENTES, H.F. Flower inductions of Saccharum species and hybrid clones. In :**PROCEEDINGS OF THE XIV CONGRESS**. International Society of Sugar Cane Technologists. New Orleans, Louisiana – USA, 1971. p. 317-322.

COLASANTI, J. e SUNDARESAN, V. ‘Florigen’ enters the molecular age: long-distance signals that cause plants to flower. In: **TIBS 25 – MAY 2000**

COLEMAN, R.E. Physiology of flowering in sugarcane. In: **PROCEEDINGS OF THE THIRTEENTH CONGRESS**. International Society of Sugarcane Technologists. Taiwan, 1968. p.992-999.

DU, Y.C., NOSE, A., WASANO, K., UCHIDA, Y. Response to water stress of enzyme activities and metabolite levels in relation to sucrose and starch synthesis, the Calvin cycle and the C-4 pathway in sugarcane (*Saccharum* sp.) leaves. Aust. **J. Plant Physiol.** v.25. p.253-260, 1998.

GRAÇA, M.E.C., ZANON, A., VALIO, I.F.M., COOPER, M.A. **Influência de reguladores de crescimento e da adubação no florescimento e crescimento de *Eucalyptus dunnii* maid.** In:Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 13, p.47-56, dez. 1986.

HARTT, C.E., BURR, G.O. Factors affecting photosynthesis in sugarcane. **Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.** 1967. 12: p. 590-609.

HUA, W., ZHANG, L., SHUPING LIANG, S., JONES, R.L., LU, Y.T. A Tobacco Calcium/Calmodulin-binding Protein Kinase Functions as a Negative Regulator of Flowering. **Journal of Biological Chemistry**.v.279, Issue 30. 2004.

YMAIZUMI. T. e KAY., S.A. Photoperiodic control of flowering: not only by coincidence. In: **TRENDS in Plant Science** Vol.11 No.11.p.550-558.

JAMES, N.I. Delayed flowering and pollen production in male-sterile sugarcane subjected to extended day length. **Crop Science**, 1969. 9:974:96.

JUANG, P.Y. A study on flowering behavior of sugarcane in different geographic conditions. **In: PROCEEDINGS OF THE THIRTEENTH CONGRESS.** International Society of Sugarcane Technologists. Taiwan, 1968. p. 840-848.

KUMAR, A., ACÍN, N.M., ALEXANDER, A.G. Relationships of chlorophyll and enzyme gradients to sucrose content of sugarcane leaves. **Annu. Rept. Agric. Exp. Sta. Univ. P.R.** 1972. (1970-1971).

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** Trad. Prado, C.H.B.C. São Carlos, Rima Artes e Textos, 2004. 531p.

LEVI, C.A. Froracion de cana de azucar, determinacion de requerimientos indutivos. **Revista Industrial de Tucumán**, 60 (1) 1983 p. 1-15.

MATSUOKA, S., GARCIA, A.A.F., CALHEIROS, G.G. Hibridação da Cana-de-açúcar. In: Borém, A. (Org.) **Hibridação Artificial de Plantas.** – Viçosa: UFV, 1999. p. 221-254.

MCSTEEN, P. CHINGCUANCO, D.L.; COLASANTI, J. A floret by any other name: control of meristem identity in maize. In: **trends in plant science**. February 2000, Vol. 5, No. 2. p.61-66.

MENSHAWI, Z.A. Floral induction of sugarcane during the spring and summer months at hawamdieh, Egypt. In: **PROCEEDINGS OF THE XVI CONGRESS**. International Society of Sugarcane Technologists. São Paulo, 1977. v.1, p. 137-145

MIGUEL, A.A., OLIVEIRA, L.E.M.O., CAIRO, P.A.R., OLIVEIRA, D. M. Photosynthetic behaviour during the leaf ontogeny of rubber tree clones [*Hevea brasiliensis* (wild. Ex. Adr. De juss.) Muell. Arg.], in lavras, MG. **Ciências e Agrotecnologia, Lavras**, v. 31, n. 1, p. 91-97, jan./fev., 2007.

MINOLTA.C. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka, Minolta, Radiometric Instruments divisions. 1989. 22p.

MOORE, P. H. e HEINZ, D.J. Increased post-intuctive photoperiods for delayed flowering in *Saccharum* sp hybrids. **Crop Sc.** 1971. 11: p. 118-121.

NUSS, K.L. Synchronization of flowering to implement a proven cross breeding system in sugarcane. In: **PROCEEDINGS OF THE XVI CONGRESS International Society of Sugarcane Technologists**. São Paulo -BR, 1977. v.1, p. 111-119.

PAIVA, A.S., FERNANDES E .J, RODRIGUES, T.J.D, TURCO, J.E.P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.25, n.1, p.161-169, jan./abr. 2005.

PALATSEAS, E.D. e CHILTON, S.J.P. The induction of the emergence of the inflorescence of sugarcane. **Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol.** 1956. 9(1): p. 654-664.

PALATSEAS, E.D. Flowering of sugarcane with reference to induction and inhibition. In: **PROCEEDINGS OF THE XIV CONGRESS. International Society of Sugarcane Technologists**. New Orleans, Louisiana – USA, 1971. p. 354-364.

PALATSEAS, E. D. Flowering of sugarcane in Louisiana as related to interspecific hybridization. In: **PROCEEDINGS OF THE XV CONGRESS. International Society of Sugarcane Technologists**. Durban South Africa, 1974. v.1, p. 47-54

PAPANOV, I.A., SAMBO, P., ERLEY, G.S., PRESTERL, T., GEIGER, H.H., ENGELS, C. Grain yield and kernel weight of two maize genotypes differing in nitrogen use efficiency at various levels of nitrogen and carbohydrate availability during flowering and grain filling. **Plant and Soil**. 272(1-2): p.111-123. 2005.

PEIXOTO, T.C. e MACHADO JR., G. R. **Boletim técnico COPERSUCAR**. São Paulo, 1983.

PEREIRA, A.R., BARBIERI, V., VILA NOVA, N.A. Climatic conditioning of flowering induction in sugarcane. **Agricultural Meteorology**. 29 (1983). p.103-110.

RANJITH, S.A., MEINZER, F.C., PERRY, M.H., THOM, M. Partitioning of carboxylase activity in nitrogen-stressed sugarcane and its relationship to bundle sheath leakiness to CO<sub>2</sub>, photosynthesis and carbon isotope discrimination. **Australian Journal Plant Physiology**, v.22, p.903-911. 1995.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes** - Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2002. 975p.

RONQUIM, C.C. **Ecofisiologia em plantas jovens lenhosas de cerrado sobre irradiâncias contrastantes** (Tese de Doutorado). São Carlos, 2004. 122p.

SANTOS, J.M. **Avaliação do florescimento de variedades de cana-de-açúcar na Serra do Ouro de 1998 a 2004**. 2005. 54p. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

SASSAKI, R. M. e MACHADO, E.C. trocas gasosas e condutância estomática em duas espécies de trigo em diferentes teores de água no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., Brasília, v.34, n.9, p.1571-1579, set. 1999.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Trad. de E.R. Santarém. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

VIVEIROS, C.A. e CASSALETT, C. Age for artificial photoperiod induction the sugarcane in the tropics. In: **PROCEEDINGS OF THE XXII CONGRESSO**. International Society of Sugarcane Technologists. Cartagena, Colombia, 1996, v2, p.328-332.

WASKOM, R.M.; WESTFALL, D.G.; SPELLMAN, D.E., SOLTANPOUR, P.N. Monitoring nitrogen status of corn with a portable chlorophyll meter. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 27:545-560, 1996.

## **CAPITULO 2**

### **CARACTERIZAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES E CARBOIDRATOS SOLÚVEIS EM CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR COM DIFERENTES CICLOS DE FLORESCIMENTO**

### **CHARACTERIZATION OF THE NUTRIENTS AND SOLUBLE CARBOHYDRATE CONCENTRATION IN SUGARCANE CULTIVAR WITH DIFFERENT FLOWERING TIMES**

SANTOS, J.M.; ENDRES, L.; BARBOSA, G.V.S.; FERREIRA, V.M.;

SILVA, J.V.; SILVA, P.P.

### **RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo avaliar a relação entre os níveis de nutrientes na região do palmito (meristema apical) e carboidratos solúveis nas folhas de quatro cultivares de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de florescimento. Foi conduzido um experimento com as cultivares F150, RB72454, RB92579 e RB842021 de ciclos precoce, intermediário, supertardio e relutante, respectivamente, quanto ao florescimento. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, seguindo o esquema fatorial 4 x 3, constituído de quatro cultivares e três datas de plantio, julho, agosto e setembro. Antes da floração foi coletado o palmito das cultivares para análise de nutrientes. As concentrações de carboidratos solúveis foram determinadas nas folhas antes e após o período de floração na Serra do Ouro. A concentração de macronutrientes decresceu de acordo com a época de floração (precoce a supertardia), com exceção para o Ca e S em que a cultivar precoce apresentou os menores valores. Já para os micronutrientes foi observado o mesmo gradiente

decrecente na concentração de Zn, Fe e Mn, sendo que a cultivar considerada de florescimento supertardio apresentou sempre os menores valores. As cultivares não apresentaram diferenças para o B, no entanto ocorreu diferença entre as épocas de plantio e houve influência da época de plantio sobre a concentração de B das cultivares. A concentração de carboidratos solúveis apresentado pelas cultivares F150, RB72454 e RB92579 após a floração aumentou 19,74%. Uma concentração equilibrada de nutrientes pode favorecer ao florescimento das cultivares de cana-de-açúcar.

Palavras chave: *Saccharum* sp., florescimento, nutrição e carboidratos.

### ABSTRACT

The aim of the present work was to evaluate the relationship among the levels nutrients in the cortex of the stalk and soluble carbohydrates the leaves in four sugar cane cultivars with different flowering cycles. The cultivars used were F150, RB72454, RB92579 and RB842021 of cycles premature, medium, late and reluctant, respectively, in relationship to the flowering time. The experimental design constituted a 4 x 3 factorial random arrangement involving four sugarcane cultivars and three planting periods (20<sup>th</sup> July 2005, 20<sup>th</sup> August 2005 and 20<sup>th</sup> September 2005 ). The nutrients present in the cortex of the stalk were also analysed prior to flowering and foliar pieces were collected for soluble carbohydrates determination before and after flowering. The concentration of most macronutrients decreased according to the time of flowering, i.e., the concentration was higher in the premature cultivars compared with the late cultivars. This was not the case for Ca and S, however, since the concentration of these two elements was reduced in the premature cultivar suggesting participation of Ca in the early onset of flowering. The concentration of the micronutrients Zn, Fe and Mn also decreased with the time of flowering, with the late cultivar presenting the smallest values. The cultivar did not present differences for B concentration,

however there was differences she among cultivars in different planting times. After flowering the concentration of soluble carbohydrates in cultivars F150, RB72454 and RB92579 increased by 19.74%. A balanced content of nutrients may favour flowering in sugarcane cultivars.

Words key: *saccharum sp.*, flowering, nutrients and carbohydrate.

## INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar é uma gramínea perene, que perfilha de maneira abundante, na fase inicial do desenvolvimento. Quando se estabelece como cultura, o auto-sombreamento induz inibição do perfilhamento e aceleração do crescimento do colmo principal. O crescimento em altura continua até a ocorrência de algum estresse ambiental ou ainda devido ao florescimento (RODRIGUES, 1995).

A cana-de-açúcar se reproduz por meio vegetativo ou por sementes. A reprodução vegetativa é utilizada em plantios comerciais, enquanto que a multiplicação por sementes é utilizada em programas de melhoramento genético da cultura para obtenção de novas cultivares (CESNIK e MIOCQUE, 2004).

A transição da fase vegetativa para a reprodutiva é evento chave no ciclo de vida das plantas. Os fatores ambientais têm papel importantíssimo no controle do florescimento e nem todas as plantas usam o mesmo “gatilho” ambiental para provocar as mudanças da fase vegetativa para a reprodutiva (HUA et al., 2004).

Sob o ponto de vista fisiológico, o florescimento é um processo complexo, o qual se procede em fases consecutivas e depende de condições externas, mecanismos regulatórios internos e do desenvolvimento ontogenético geral (GRAÇA et al., 1986). Espécies diferentes florescem com idades completamente distintas, indicando que a idade, ou talvez o tamanho seja um fator interno

que controla a passagem para o desenvolvimento reprodutivo (TAIZ e ZEIGER, 2004). Ainda, de acordo com estes autores, algumas espécies de plantas exibem uma exigência absoluta dos sinais ambientais corretos para que possam florescer.

Segundo Brunkhorst (2001) o sucesso da iniciação e emergência das flores é vital para a geração de novas cultivares, sendo que alguns fatores como, temperatura, umidade e fotoperíodo, têm variados níveis de influência no florescimento e na reprodução da cana-de-açúcar. Este autor enfatiza que o efeito da nutrição no florescimento não tem sido levado em conta. Berding e Moore (2001) têm questionado a extensão do conhecimento da interação de nutrientes e do processo de florescimento da cana-de-açúcar. Uma investigação preliminar revelou que o balanço dos nutrientes com as plantas pode ter uma importante função no florescimento da cana-de-açúcar (BRUNKHORST, 2003).

Recursos consumidos durante a produção da inflorescência podem vir de reservas armazenadas (carboidratos, minerais e água) nas folhas, colmos e raízes (MCLAUGHLIN et al., 2000). Esses autores mostraram que o florescimento de *Hesperaloe funifera* requer o armazenamento de carboidratos, como também assimilação de considerável quantia de nitrogênio (N).

As plantas necessitam de uma grande variedade de elementos químicos em sua nutrição, os quais são provenientes dos minerais ou do processo de mineralização das substâncias orgânicas (LARCHER, 2004).

Segundo Larcher (2004) em algumas plantas cultivadas produtoras de grãos, as folhas mais próximas ao ápice, suprem com carboidratos o meristema da parte aérea, sobretudo as flores e frutos em amadurecimento. Conforme Julien (1968) uma forma de tentar retardar o florescimento de algumas cultivares de cana-de-açúcar é a remoção das folhas mais jovens. Doorenbos e Wellensiek (1959), Salisbury (1961) e Zeevaart (1962) relataram que geralmente é aceito que as

folhas de cana-de-açúcar respondem por uma própria combinação de luz e escuro, produzindo um estímulo de florescimento (evocação floral), o qual é translocado para o ápice, onde é iniciado a inflorescência ou primórdio floral.

Alguns trabalhos mostram que o estímulo de florescimento é deslocado em direção ao movimento dos carboidratos (HILMAN, 1962). Hartt et al. (1963) mostraram que 90 a 95% dos açúcares produzidos em uma folha de cana-de-açúcar durante o dia, deixam a folha em 24 horas. Do mesmo modo, muitos dos estímulos de florescimento produzidos durante uma única noite indutiva podem mover-se para fora da folha antes da próxima noite. Ainda, segundo o autor, as folhas mais jovens de cana-de-açúcar, como aquelas de muitas plantas, são as mais efetivas para produzir o estímulo de florescimento.

Cultivares de cana-de-açúcar apresentam períodos de florescimento diferenciados ou até mesmo não florescem, sendo de suma importância para os programas de melhoramento caracterizarem as alterações nutricionais e bioquímicas das diferentes cultivares durante o processo de florescimento, para tentarem manipular a época de floração. Desta forma, esse trabalho teve como objetivo caracterizar os níveis de nutrientes na região do palmito (meristema apical) e carboidratos solúveis nas folhas de quatro cultivares de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de floração.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi instalado e conduzido em condições de campo na Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro que está localizada no município de Murici – AL (09° 13' S, 35° 50' W, 480 m) (BARBOSA et al., 2002). O solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (AVA),

distrófico típico, A moderado, textura argilosa com relevo ondulado (10 a 12% de declividade). As análises físico-química do solo são apresentadas nas Tabelas 7 e 8.

Foram escolhidas quatro cultivares de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de florescimento, conforme classificação estabelecida por SANTOS (2005): F150, cultivar classificada como precoce, com semana média de florescimento (SMF) na terceira semana de abril, a RB72454, classificada como intermediária, com SMF na última semana de abril, a RB92579 com florescimento supertardio, SMF na última semana de maio e a RB842021, de difícil florescimento, classificada como relutante. Essas quatro cultivares foram plantadas em caixas nos dias 20 de julho, 20 de agosto e 20 de setembro do ano de 2005. As gemas de cana-de-açúcar foram tratadas termicamente por um período de duas horas, a 50°C, para controlar o raquitismo da soqueira. Por volta de 30 dias após o plantio nas caixas, as mudas de cana-de-açúcar foram transplantadas para o campo. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados com quatro repetições, seguindo o esquema fatorial 4 x 3, constituídos por quatro cultivares e três datas de plantio.

As análises de nutrientes do palmito (meristema apical) da cana-de-açúcar foram feitas antes da floração (13/02/2006). A determinação de nutrientes foi realizada no laboratório de análise de solo de Minas Gerais, utilizando a metodologia descrita por MALAVOLTA et al. (1989); SILVA e QUEIROZ (2002). As amostras do palmito foram coletadas no campo, secas em estufa com circulação de ar forçada, com temperatura variando de 65 a 70<sup>0</sup>C até atingir peso constante. Após a secagem, as amostras foram maceradas em almofariz, sendo em seguida acondicionadas em recipientes hermeticamente fechados e estocadas em geladeira até o momento em que foram encaminhadas para análise.

TABELA 7 - Características Físicas do solo da Serra do Ouro, Murici - Alagoas, segundo as normas da Sociedade Brasileira de Ciências do Solo.

Horizonte	Espessura (cm)	Descrição morfologia
Ap	0-15	Bruno-amarelado-escuro (10YR 4/4, úmida); argilo arenosa; franca média a pequena blocos sub-angulares; friável, ligeiramente plástico e pegajoso; transição ondulada e abrupta (10-18 cm).
BA	15-46	Amarelo-brunado (10YR 6/8, úmida); argila; moderada média blocos sub-angulares; duro; friável, plástico e pegajoso; transição ondulada e clara (40-52 cm).
BW <sub>1</sub>	46-70	Bruno forte (7,5YR 5/8, úmida); argila; moderada média a blocos sub-angulares ; duro; friável, plástico e pegajoso; transição ondulada e abrupta (61-76 cm).
BW <sub>2</sub>	70-90	Vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); argila; moderada média a grande blocos sub-angulares; duro; friável, plástico e pegajoso; transição ondulada e abrupta (90-95 cm).
BW <sub>3</sub>	90-112	Vemelho-amarelado (5YR 5/8, úmida); argila; moderada média a grande blocos sub-angulares; duro; friável, plástico e pegajoso; transição plana e clara (90-112 cm)
BW <sub>3</sub>	112-200 (+)	Vermelho (2,5YR 4/8, úmida); argila; moderada média a grande blocos subangulares; duro; friável, plástico e pegajoso; transição plana e clara.

Análise realizada pelo Laboratório e Física do solo, CECA, UFAL.

TABELA 8 - Composição química do solo da Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, entre as camadas 0-20 e 20-40 cm de profundidade.

Profundidade (cm)	pH H <sub>2</sub> O	P	K <sup>+</sup>	H+Al	Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	CTC <sub>total</sub>	V	M	MO
		mg dm <sup>-3</sup>		Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%		
0-20	6,5	16	96	4,4	0,03	2,6	1,4	8,65	49,1	0,7	1,77
20-40	6,1	15	39	2,6	0,25	1,8	0,8	7,30	37,0	1	1,12

Análise realizada pela Central Analítica Ltda, Maceió, Al.

As folhas utilizadas para determinação da concentração de carboidratos solúveis foram coletadas antes e depois da floração (23/02/2006 e 04/05/2006). Foi coletada uma amostra por parcela a partir da folha +1 (folha mais jovem completamente desenvolvida). A determinação de carboidratos solúveis seguiu a metodologia proposta por DUBOIS et al. (1956). Os carboidratos solúveis foram determinados em amostras de 2,0 mg de material seco macerado, extraído com 4,0 mL de água deionizada durante uma hora, com agitações constantes, seguida de centrifugação a

3.000g por 40 minutos, à temperatura ambiente. O precipitado foi descartado e o sobrenadante (extrato) usado para determinação dos carboidratos solúveis. Em tubos de ensaios de 15,0 mL, foram adicionados 1,0 mL do extrato bruto, 1,0 mL de fenol a 5% e 5,0 mL de ácido sulfúrico a 98,0%. A solução foi agitada vigorosamente e deixada por 20 minutos em repouso. Os carboidratos solúveis foram quantificados pelas leituras da absorbância em 490 nm, sendo usado como branco a mistura de 1,0 mL de água, 1,0 mL de fenol a 5% e 5,0 mL de ácido sulfúrico (98%). Foi utilizado a D(+) glicose anidra como padrão para construção da curva padrão de concentração e os resultados expressos em  $\mu\text{mol.g}^{-1}$  MS. Cada repetição (extrato) foi dosado em duplicata.

As variáveis foram submetidas a análise de variância.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados das análises de variância para macronutrientes estão apresentados na Tabela 9. Os procedimentos de comparações múltiplas não foram realizados, pois para determinados estatísticos de renome como J. A. Nelder, esses métodos não têm importância na interpretação dos dados (RESENDE, 2002). Ainda, segundo o autor, os experimentos são realizados, principalmente, com objetivos de avaliar a magnitude dos efeitos de tratamentos e não apenas testar se esses efeitos diferem.

No geral, ficou evidente que para as cultivares que florescem regularmente, as concentrações de nitrogênio (N) foram decrescendo de acordo com a precocidade de florescimento, ou seja, as maiores concentrações do elemento foram encontradas na cultivar F150 que é precoce, seguida da RB72454 e RB92579 que são, respectivamente, intermediária e super tardia, sendo que a última tem uma baixa intensidade de florescimento (Tabela 10). A cultivar RB842021, que é relutante, apresentou teores de N abaixo da F150, mas superior às demais. Milléo et al. (1999) observaram

que plantas de feijão mal supridas com N produziram menos flores do que aquelas que foram bem supridas com o elemento. Menino et al. (2003) encontraram que o rendimento de flores foi altamente correlacionado ( $r=0,99$ ) com a concentração de N em laranjeiras. Para a cana-de-açúcar, aplicações semanais de N até a antese, aumentaram significativamente o florescimento, porém, diminuíram a percentagem de sementes por grama de penugem (BRUNKHORST, 2003). Entretanto, Berding e Hurney (2005) quando dobraram a dosagem de N, conseguiram reduzir e retardar o florescimento da cana-de-açúcar. De acordo com os dados apresentados no presente trabalho, observou-se que a cultivar com maior concentração de N na região do palmito, tem apresentado florescimento antecipado e intensificado na Serra do Ouro nos últimos anos em relação às outras cultivares de cana-de-açúcar, contudo a atuação do N na indução do florescimento não foi observada, pois a RB842021 que não floresce apresentou a segunda maior concentração na média geral.

TABELA 9 – Resumo da análise de variância dos dados de macronutrientes avaliados em quatro cultivares de cana-de-açúcar no delineamento inteiramente casualizado, seguindo o esquema fatorial (4x3) com quatro repetições.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Cultivar (C)	3	0,220*	0,010 <sup>ns</sup>	1,949*	0,028*	0,003 <sup>ns</sup>	0,034*
Época de Plantio (EP)	2	0,095 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	1,979*	0,017 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>
C*EP	6	0,149 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	0,266 <sup>ns</sup>	0,009 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>
Resíduo.	36	0,070	0,005	0,507	0,007	0,002	0,002
<b>Média (dag/kg)</b>		<b>1,360</b>	<b>0,330</b>	<b>4,560</b>	<b>0,290</b>	<b>0,170</b>	<b>0,270</b>
<b>CV(%)</b>		<b>19,340</b>	<b>20,630</b>	<b>15,60</b>	<b>28,130</b>	<b>26,300</b>	<b>16,590</b>

\*: significativo pelo teste F ( $p < 0,05$ ); <sup>ns</sup>: não significativo pelo teste F ( $p > 0,05$ )

TABELA 10 – Teor médio dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) no palmito (meristema apical) de quatro cultivares de cana-de-açúcar com cinco (5), seis (6) e sete (7) meses após o plantio.

Cultivar	Nitrogênio (N) dag/kg				Fósforo (P) dag/kg				Potássio (K) dag/kg			
	Meses desde o plantio			Média	Meses desde o plantio			Média	Meses desde o plantio			Média
	5 <sup>(3)</sup>	6 <sup>(2)</sup>	7 <sup>(1)</sup>		5	6	7		5	6	7	
F150	1,72	1,46	1,5	<b>1,56</b>	0,39	0,36	0,33	<b>0,36</b>	5,2	4,04	4,99	<b>4,74</b>
RB72454	1,1	1,21	1,55	<b>1,29</b>	0,28	0,28	0,39	<b>0,32</b>	4,78	4,44	4,81	<b>4,68</b>
RB92579	1,01	1,28	1,48	<b>1,25</b>	0,27	0,29	0,32	<b>0,29</b>	4,15	3,8	3,96	<b>3,97</b>
RB842021	1,43	1,36	1,28	<b>1,36</b>	0,37	0,33	0,3	<b>0,33</b>	5,41	4,48	4,71	<b>4,87</b>
<b>Média</b>	<b>1,31</b>	<b>1,33</b>	<b>1,45</b>	<b>1,36</b>	<b>0,33</b>	<b>0,32</b>	<b>0,34</b>	<b>0,33</b>	<b>4,88</b>	<b>4,19</b>	<b>4,62</b>	<b>4,56</b>

Cultivar	Cálcio (Ca) dag/kg				Enxofre (S) dag/kg				Magnésio (Mg)			
	Meses desde o plantio			Média	Meses desde o plantio			Média	Meses desde o plantio			Média
	5	6	7		5	6	7		5	6	7	
F150	0,22	0,25	0,22	<b>0,23</b>	0,25	0,18	0,23	<b>0,22</b>	0,16	0,2	0,17	<b>0,17</b>
RB72454	0,35	0,24	0,33	<b>0,3</b>	0,25	0,26	0,29	<b>0,27</b>	0,16	0,14	0,22	<b>0,17</b>
RB92579	0,23	0,25	0,36	<b>0,28</b>	0,26	0,24	0,25	<b>0,25</b>	0,13	0,13	0,17	<b>0,14</b>
RB842021	0,35	0,3	0,39	<b>0,35</b>	0,37	0,34	0,33	<b>0,35</b>	0,19	0,17	0,18	<b>0,18</b>
<b>Média</b>	<b>0,29</b>	<b>0,26</b>	<b>0,32</b>	<b>0,29</b>	<b>0,28</b>	<b>0,25</b>	<b>0,28</b>	<b>0,27</b>	<b>0,19</b>	<b>0,16</b>	<b>0,19</b>	<b>0,17</b>

<sup>(1)</sup> Primeira época de plantio (20 de julho de 2005), <sup>(2)</sup> Segunda época de plantio (20 de agosto de 2005) <sup>(3)</sup> Terceira época de plantio (20 de setembro de 2005).

Os teores de fósforo (P) não diferiram entre as cultivares (Tabela 9). No entanto, as concentrações de P podem estar relacionadas com as taxas fotossintéticas (dados não mostrados) apresentadas pelas cultivares, já que o mesmo é componente de nucleotídeos no metabolismo energético das plantas (como ATP) e no DNA e RNA (TAIZ e ZEIGER, 2004). A concentração de P no palmito das cultivares foi em média 150% maior do que a encontrada na folha da cana-de-açúcar por MALAVOLTA, et al. (1989); ANDERSON e BOWEN (1992).

Observou-se que, em média, a cultivar RB842021 apresentou a maior concentração de potássio (K) e que, novamente, para as cultivares floríferas, a concentração do elemento foi maior na cultivar precoce (F150), seguida da intermediária (RB72454) e da supertardia (RB92579) (Tabela 10). A concentração média de K encontrada nesse trabalho foi 380% maior do que a encontrada em folhas de cana-planta (MALAVOLTA et al, 1989). De acordo com Burr (1950) altas

dosagens de K aumentaram o florescimento da cultivar H32-8560, decrescendo na H38-2915 e produziu pouco efeito no florescimento da cultivar H32-1063 e H37-1933. Já em aplicações de K na cultivar N29, em que Ca, Mg e micronutrientes não foram aplicados, ocorreu significativo retardamento no florescimento e na falta de aplicação de K foi obtido maior número de sementes viáveis por panícula (BRUNKHORST, 2003). Esses trabalhos não mostram o efeito do K sobre a época de floração, contudo, os resultados aqui apresentados mostram que há uma correlação positiva entre precocidade e concentração de K no palmito.

A cultivar RB842021 também apresentou os maiores valores médios de Ca em todas as épocas de plantio avaliadas quando comparada com as demais cultivares (Tabela 10). Entretanto, a F150, mostrou os menores valores de Ca em quase todas as épocas. No geral, a concentração de cálcio no palmito da RB842021 foi 29,6% maior do que as cultivares floríferas. Tretyn et al. (1997); Friedman et al.(1989) apud Jaworski et al, (2003); Hua et al. (2004) sugeriram a participação do  $Ca^{+2}$  como um mediador do estímulo de florescimento, porém, a bioquímica e eventos moleculares envolvidos na tradução dos sinais de estímulo ainda não são compreendidos. Em *arabidopsis*, o gene PPF1 codifica para um transportador de cálcio para dentro do cloroplasto e a superexpressão do gene causa o retardamento da floração dessas plantas (WANG et al., 2004). Os autores concluíram que o carregador de Ca, PPF1, altera a época de floração pela modulação da capacidade de estoque de Ca no cloroplasto, ou seja, existe uma correlação direta entre a capacidade de estocagem e a expressão do gene PPF1, causando o retardamento do florescimento. Em face aos resultados obtidos com essa pesquisa em cana-de-açúcar, podemos sugerir a participação do Ca no florescimento, pois a F150 (florescimento precoce) apresentou a menor concentração do elemento, e quando comparada com a RB92579 (florescimento supertardio) apresentou uma concentração quase 18% menor em seu palmito (meristema apical). Já a maior concentração apresentada pela

RB842021 pode levar a hipótese de que concentrações de Ca além de um determinado limite, podem levar a supressão do florescimento, contudo essa hipótese tem que ainda ser comprovada.

Para a concentração de enxofre (S) presente no palmito, observou-se que a RB842021 também apresentou o maior valor médio de S, chegando a apresentar quase 42% a mais do elemento citado quando confrontada com as cultivares floríferas (Tabela 10). Foi observada uma correlação negativa ( $r = -0,62$ ;  $p = 0,0000$ ) entre a concentração de S e a época de floração das cultivares, sendo que a cultivar precoce apresentou a menor concentração do elemento. Em plantas de *Poinsettia* sp que não receberam aplicações de S, o florescimento foi retardado e menos intenso do que plantas que receberam aplicações de S (PAPAROZZI et al., 1994). Para cana-de-açúcar, parece ocorrer o contrário, sendo que o excesso de S pode suprimir e retardar o processo de florescimento, pois nesta pesquisa a concentração de S da F150 foi 37% menor do que a RB842021 (Tabela 10).

Analisando-se os dados da Tabela 9, observa-se que todas as cultivares não apresentaram diferença estatística para a concentração de Magnésio (Mg). No entanto, Brunkhorst (2003) quando não aplicou Mg juntamente com outros elementos retardou significativamente o florescimento da cultivar de cana-de-açúcar N29.

Diante dos resultados apresentados na Tabela 10, nota-se que na média geral, a cultivar F150, apresentou os maiores valores de N e a RB842021 os maiores valores de K, Ca e S. Entre todas as cultivares avaliadas a RB92579 foi quem apresentou a menor concentração de N e K, e a F150 mostrou os menores valores de Ca e S. Essa carência de alguns nutrientes da RB92579 em relação às demais cultivares pode estar relacionada ao retardamento e a baixa percentagem de florescimento registrado pela mesma, principalmente para o K, em que a concentração da mesma foi quase 18% menor do que a média das outras cultivares.

Os resultados acima discutidos mostraram que no palmito da cana-de-açúcar antes do florescimento, as cultivares apresentaram concentrações de macronutrientes na seguinte ordem: K>N>P>Ca>S>Mg (Tabela 10). Malavolta et al.(1989); Casagrande (1991) analisando a concentração de macronutrientes nas folhas da cana-de-açúcar (planta), encontraram que N>K>Ca>Mg>S>P, já Anderson e Bowen (1992) encontraram na folha de cana-de-açúcar com seis meses de idade que N>K>Ca>P>Mg>S. Silva (2007) mostrou que o acúmulo total de macronutrientes é bastante diferente entre as cultivares de cana-de-açúcar e que no geral as cultivares estudadas pela autora mostraram a seguinte relação: K>N>Ca>Mg>P>S . Crusciol et al. (1999) mostraram que na cultura do arroz em condições de sequeiro, o cultivar IAC 201, apresentou, no estágio de florescimento, exigência em nutrientes na seguinte ordem: N>K>Mg>Ca>P>S, essa mesma relação também foi encontrada em tecidos de outras plantas (TAIZ e ZEIGER, 2004). A maior concentração de K em relação ao N que foi encontrada em nosso estudo para o palmito da cana-de-açúcar, também pode ser encontrada em várias plantas herbáceas (LARCHER, 2004).

O resumo da análise de variância para os dados de micronutrientes encontra-se na Tabela 11. As duas cultivares que apresentaram as maiores percentagens de florescimento, RB72454 e F150 (dados não mostrados) apresentaram as maiores concentrações médias de zinco (Zn) (Tabela 12). Já a RB92579 que mostrou baixo florescimento, apresentou 57% menos zinco do que a cultivar que apresentou maior média de Zn (F150). Em plantas de *Lens culinaris* Medik. cv. DPL 15, a deficiência de Zn causou retardamento no florescimento de 5-6 dias (PANDEY et al., 2006). Em plantas jovens de manga com seis anos de idade, a aplicação de Zn foi eficiente para incrementar a percentagem de florescimento (BANIK e SEN, 1997). Em cana-de-açúcar, apesar de não ter ocorrido à aplicação do elemento, observou-se que as duas cultivares que historicamente

apresentam florescimento intenso na Serra do Ouro, apresentaram as maiores concentrações de Zn em seus tecidos.

TABELA 11 – Resumo da análise de variância dos dados de micronutrientes (Zn, Fe, Mn, Cu e B) avaliados em quatro cultivares de cana-de-açúcar no delineamento inteiramente casualizado, seguindo o esquema fatorial (4x3) com quatro repetições.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios				
		Zn	Fe	Mn	Cu	B
Cultivar (C)	3	4072,250*	729,299*	7717,056*	37,500*	43,500 <sup>ns</sup>
Época de Plantio (EP)	2	1287,770 <sup>ns</sup>	331,312 <sup>ns</sup>	330,771 <sup>ns</sup>	1,020 <sup>ns</sup>	347,021*
C*EP	6	1065,521 <sup>ns</sup>	372,757 <sup>ns</sup>	435,243 <sup>ns</sup>	5,104 <sup>ns</sup>	128,520*
Resíduo	36	946,680	195,257	904,403	2,347	33,944
<b>Média</b>		<b>97,040</b>	<b>20,310</b>	<b>90,830</b>	<b>7,420</b>	<b>23,080</b>
<b>CV</b>		<b>31,710</b>	<b>68,790</b>	<b>33,110</b>	<b>20,660</b>	<b>25,240</b>

\*: significativo com probabilidade < 0,05 pelo teste F, <sup>ns</sup>: não significativo com probabilidade > 0,05 pelo teste F.

TABELA 12 – Teor médio dos micronutrientes (Zn, Fe, Mn, Cu e B) no palmito (meristema apical) de quatro cultivares de cana-de-açúcar com cinco (5), seis (6) e sete (7) meses após o plantio nas condições da Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, Murici-AL.

Cultivar	Zinco (Zn) mg/kg				Ferro (Fe) mg/kg				Manganês (Mn) mg/kg			
	Meses desde o plantio			Média	Meses desde o plantio			Média	Meses desde o plantio			Média
	5 <sup>(3)</sup>	6 <sup>(2)</sup>	7 <sup>(1)</sup>		5	6	7		5	6	7	
F150	98,25	139	104	<b>113,75</b>	47,75	22,75	23,75	<b>31,42</b>	116,5	105,25	103,75	<b>108,5</b>
RB72454	86,5	104,5	131,25	<b>107,42</b>	16,5	12,75	30,5	<b>19,91</b>	82,75	96	115,5	<b>98,08</b>
RB92579	62,75	69,75	83,5	<b>72</b>	8,25	11	23	<b>14,08</b>	45,5	51,25	63,25	<b>53,33</b>
RB842021	99,25	94,5	91,25	<b>95</b>	20	13,75	13,75	<b>15,83</b>	106,5	102	101,75	<b>103,42</b>
<b>Média</b>	<b>86,69</b>	<b>101,94</b>	<b>102,5</b>	<b>97,04</b>	<b>23,13</b>	<b>15,06</b>	<b>22,75</b>	<b>20,31</b>	<b>87,81</b>	<b>88,63</b>	<b>96,06</b>	<b>90,83</b>

Cultivar	Cobre (Cu) mg/kg				Boro (B) mg/kg			
	Meses desde o plantio			Média	Meses desde o plantio			Média
	5	6	7		5	6	7	
F150	11	9,75	8,25	<b>9,67</b>	32,5	18,8	15,3	<b>22,17</b>
RB72454	7,25	7,25	9,25	<b>7,92</b>	22,3	20,8	20,5	<b>21,17</b>
RB92579	5,25	5,5	6,25	<b>5,67</b>	21,3	29,5	19,5	<b>23,42</b>
RB842021	7,25	6,25	5,75	<b>6,42</b>	34,8	23,8	18,3	<b>25,58</b>
<b>Média</b>	<b>7,69</b>	<b>7,19</b>	<b>7,38</b>	<b>7,42</b>	<b>27,7</b>	<b>23,2</b>	<b>18,4</b>	<b>23,08</b>

<sup>(1)</sup> Primeira época de plantio (20 de julho de 2005), <sup>(2)</sup> Segunda época de plantio (20 de agosto de 2005) <sup>(3)</sup> Terceira época de plantio (20 de setembro de 2005).

Analisando-se os níveis de ferro (Fe) no palmito das quatro cultivares de cana-de-açúcar antes do processo do florescimento, observou-se que quando os colmos das mesmas estavam com cinco e seis meses após o plantio e em pleno crescimento vegetativo, a F150 estava com uma concentração de Fe, respectivamente, 320 e 184% maior do que a média das outras cultivares (Tabela 12). Quando os colmos estavam em estágio de maturidade (sete meses) a RB842021 apresentou 53,40% menos Fe do que a média das outras cultivares floríferas. Em trabalhos realizados com aplicação de Fe em plantas de manga, não foi observado nenhum incremento na percentagem de florescimento, e no desenvolvimento das mesmas (BANIK e SEM, 1997). Porém, este trabalho com cana-de-açúcar mostrou que, na média geral, a F150 apresentou o dobro de Fe quando comparada com os outros cultivares, podendo o mesmo está relacionado com a precocidade de florescimento dessa cultivar de cana-de-açúcar em relação às outras três.

A RB92579 apresentou em todas as idades as menores concentrações de manganês (Mn) entre todas as cultivares estudadas (Tabela 12). Analisando-se os dois extremos de ciclo de florescimento, onde de um lado tem-se uma cultivar precoce (F150) e no outro uma considerada super tardia (RB92579), observa-se que a cultivar precoce apresentou uma concentração de Mn aproximadamente 203% maior do que a cultivar super tardia. Essa maior concentração pode estar relacionada com o período de floração, sendo que maiores concentrações, supostamente podem antecipar o florescimento da cana-de-açúcar, no entanto, essa hipótese ainda tem que ser testada. Selim et al. (2001) quando aplicaram Mn em plantas de *Calendula officinalis*, aumentou o número de folhas e inflorescências.

A RB72454 e RB92579 apresentaram concentrações de cobre (Cu) crescentes, de acordo com suas idades, enquanto a F150 e a R842021 tiveram suas concentrações reduzidas no palmito dos colmos mais velhos (sete meses) (Tabela 12). De modo geral apesar da F150 ter apresentado decréscimo na concentração de Cu de acordo com a idade, a mesma mostrou a maior concentração

média do referido elemento, seguida pela RB72454, RB842021 e RB92579. Em plantas de *Impatiens sp* e *Pelargoniums sp*, o florescimento foi retardado quando transplantadas para bandejas tratadas com Cu (ARMITAGE e GROSS, 1996). No presente ensaio com cana-de-açúcar a cultivar que historicamente floresce tardiamente apresentou a menor concentração de Cu e a cultivar que tem floração precoce mostrou o maior teor médio do elemento, ao contrário dos resultados encontrados para as espécies acima citadas pelo autor.

Na Tabela 11 observa-se que as cultivares não apresentaram diferença estatística para o Boro (B), porém foi detectada diferença para as épocas de plantio e para a interação entre época e cultivar. Observou-se, ainda, que à medida que a cana-de-açúcar foi atingindo o estágio de maturidade (sete meses) e ficando mais propensa a indução meristemática, os teores de boro apresentados foram menores do que os encontrados nas demais idades (cinco e seis meses), chegando a ser 33,62% menor do que a concentração encontrada na cana-de-açúcar de cinco meses. Esse fato pode ser um indicativo de que quando os níveis de boro na região do meristema apical vão diminuindo, a percentagem de florescimento das cultivares de cana-de-açúcar aumentam, pois os colmos de cana-de-açúcar plantados em julho apresentaram florescimento mais intenso do que os colmos plantados em agosto e setembro (dados não mostrados). Padma et al. (1989) ao fazer aplicações foliares de B em feijão conseguiu aumentar o número de flores e vagens quando comparado com tratamentos sem o elemento traço. Tiwiri e Yadava (1992) também conseguiram aumentar o número de flores quando aplicou B em plantas de siratro. Já Iglesias (1988) retardou o florescimento em macieiras por aproximadamente sete dias quando aplicou B antes da floração. Esses dados nos levaram a sugerir que a redução na concentração de B em cana-de-açúcar pode acelerar o processo de diferenciação do meristema vegetativo em reprodutivo, causando o aumento do número de flores.

O desdobramento dos graus de liberdade de cultivares dentro de épocas de plantio mostrou que o plantio realizado em setembro influenciou nas concentrações de B das cultivares (Tabela 13). A RB92579 e RB72454, quando plantadas em setembro, apresentaram concentração de B em média 33,08% menor do que a concentração de B da cultivar de florescimento precoce (F150).

TABELA 13 - Análise de Variância para o desdobramento das cultivares dentro de cada nível de época de plantio para a variável Boro (B) nas condições da Estação de Floração e Cruzamento Serra do Ouro, Murici-AL.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Cultivar / Plantio (20 de julho)	3	62,25	20,75	0,61 <sup>ns</sup>	0,00
Cultivar / Plantio (20 de agosto)	3	263,19	87,72	2,58 <sup>ns</sup>	0,00
Cultivar / Plantio (20 de setembro)	3	576,19	192,06	5,66*	0,01
Resíduo	36	1222,00	33,94		

\*: significativo com probabilidade < 0,05 pelo teste F; <sup>ns</sup>: não significativo com probabilidade > 0,05 pelo teste F

A relação dos micronutrientes na folha da cana-de-açúcar (planta) (Fe>Mn>Zn>B>Cu) encontrada por MALAVOLTA et al. (1989), diferiu da relação observada na região do palmito da cana-de-açúcar nesta pesquisa (Zn > Mn > B > Fe > Cu) (Tabela 12).

Analisando-se as cultivares quanto às concentrações dos micronutrientes, foi constatado haver um gradiente decrescente das concentrações de Zn, Fe, Mn e Cu da cultivar precoce a super tardia (Tabela 12). Hipoteticamente os dados nos levam a cogitar a possibilidade de que uma maior concentração desses elementos na região do palmito acelera o metabolismo das plantas, podendo antecipar o florescimento de cultivares de cana-de-açúcar, porém essa teoria deve ser melhor avaliada.

A análise de variância para a concentração de carboidratos solúveis encontra-se na Tabela 14. De forma geral para a avaliação realizada antes do processo de indução floral (fevereiro), houve uma tendência de o teor de carboidrato na folha diminuir com a evolução da maturidade das cultivares de cana-de-açúcar, sendo que a RB842021 apresentou teor de carboidratos solúveis 6,94

% maior do que a média das cultivares que floresceram (Tabela 15). Yee e Tissue (2005) observaram que em plantas de *Heliconia sp*, ocorreu diminuição de açúcares solúveis em algumas de suas estruturas durante o período de florescimento. Segundo Leonardi et al. (1992) os gastos com assimilados para a reprodução (esforço reprodutivo) pode ser bastante significativo; nos pinheiros esta quantidade pode estar entre 5%-15% do total de matéria seca produzida e em carvalhos sempre verdes do mediterrâneo, 12%. De acordo com Cruz e Moreno (2001) o esforço para reprodução sexual em *Erica australis L.* (Ericaceae) causa uma significativa depressão de reservas armazenadas (carboidratos), onde o potencial da planta para regeneração vegetativa após o florescimento seria muito baixo.

Os resultados mostraram que quando a época de florescimento estava se aproximando, as concentrações de carboidratos solúveis das cultivares RB72454 e RB92579 foram influenciadas pela época de plantio, onde os colmos plantados no dia 20 de setembro apresentaram a maior concentração de açúcares solúveis quando comparados com os colmos plantados em 20 de agosto e 20 de julho (Tabela 15), corroborando com Siqueiral et al. (2004) que observou em citros, que quando a época do florescimento foi se aproximando, ocorreu redução nas concentrações de açúcares solúveis nas folhas. A intensidade de florescimento é dependente do conteúdo de carboidratos, sendo que não é um efeito direto e sim, devido a seu uso como substrato para síntese de metabólicos fundamentais, que agem independentemente ou por indução de hormônios para iniciar o processo de florescimento (LOVATT et al., 1988, NOGUEIRA, 1993, apud MENINO et al., 2003).

TABELA 14 – Resumo da análise de variância dos dados de carboidratos solúveis, avaliados em quatro cultivares de cana-de-açúcar no delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial (4x3) com quatro repetições, nas condições da Serra do Ouro, Murici-AL.

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	
		Fevereiro	Maio
Cultivar (C)	3	389,224 <sup>ns</sup>	939,071 <sup>ns</sup>
Época de Plantio(EP)	2	4278,110*	1235,845 <sup>ns</sup>
C*EP	6	4338,631*	851,232 <sup>ns</sup>
Resíduo	36	550,804	1333,539
<b>Média</b> ( $\mu\text{mol.g}^{-1}\text{MS}$ )		<b>145,123</b>	<b>168,783</b>
<b>CV(%)</b>		<b>16,172</b>	<b>21,636</b>

\*: significativo pelo teste F ( $p < 0,05$ ), <sup>ns</sup>: não significativo pelo teste F ( $p > 0,05$ )

TABELA 15 – Concentração de carboidratos solúveis em  $\mu\text{mol.g}^{-1}\text{MS}$ , obtidos da folha de quatro cultivares de cana-de-açúcar antes e após a floração, nas condições da Serra do Ouro, Murici-AL.

Cultivar	Fevereiro			Maio		
	Idade desde o plantio			Idade desde o plantio		
	5 <sup>(3)</sup>	6 <sup>(2)</sup>	7 <sup>(1)</sup>	8 <sup>(3)</sup>	9 <sup>(2)</sup>	10 <sup>(1)</sup>
F150	138,7	152,93	122,79	144,34	171,13	166,75
RB72454	180,79	127,46	130,48	172,57	165,89	182,56
RB92579	186,66	136,14	109,73	177,16	198,81	160,32
RB842021	116,82	196,81	142,17	160,53	179,89	145,44
<b>Média</b>	<b>155,74</b>	<b>153,33</b>	<b>126,29</b>	<b>163,65</b>	<b>178,93</b>	<b>163,77</b>

<sup>(1)</sup> Primeira época de plantio (20 de julho de 2005), <sup>(2)</sup> Segunda época de plantio (20 de agosto de 2005) <sup>(3)</sup> Terceira época de plantio (20 de setembro de 2005).

Segundo Filho e Seraphin (2001) os açúcares são exportados dos locais de síntese (folhas) para as regiões de consumo (caule, gemas vegetativas, raízes e órgãos reprodutivos) das plantas, sendo que, como a RB842021 não floresce, então provavelmente não precisou gastar energia com a fase reprodutiva.

Segundo Perilleux e Bernier (1997) o aumento da concentração de açúcar nas folhas de *Lolium temulentum*, ocorreu após a indução do florescimento. Analisando-se os níveis de carboidratos solúveis independentemente da idade da cana-de-açúcar, foi detectado que ocorreu um incremento médio na concentração de carboidratos de 19,74% após o período de floração, para a

F150, RB72454 e RB92579, quando comparados com os resultados obtidos antes de ocorrer à diferenciação meristemática da maioria dos colmos de cana-de-açúcar (Tabela 15). Já a RB842021 apresentou um aumento de apenas 6,60% em relação a sua média na primeira avaliação.

## **CONCLUSÕES**

- 1- Nas condições da Serra do Ouro, concentrações de macro e micro nutrientes equilibrada podem antecipar e intensificar o florescimento de cultivares de cana-de-açúcar propensas à floração, bem como sua carência pode retardar o florescimento;
- 2- O cálcio pode estar envolvido no processo de florescimento, pois o aumento da concentração do nutriente no palmito parece levar ao florescimento tardio ou até mesmo ao não florescimento.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Programa de Melhoramento Genético da Cana-de-açúcar (PMGCA) pela apoio logístico e suporte financeiro, a FAPEAL pela concessão da bolsa e ao CNPq pela aquisição dos equipamentos utilizados no experimento.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis ambientais registradas na Serra do Ouro não foram impeditivas ao processo de florescimento natural das cultivares de cana-de-açúcar, principalmente a amplitude térmica, contudo, observou-se que existem diferenças no período de floração das cultivares de cana-de-açúcar e as mesmas respondem diferentemente às épocas de plantio, sendo que todas as cultivares floríferas apresentaram maior percentagem de florescimento quando plantadas em julho, onde as cultivares que têm florescimento intermediário e supertardio apresentaram maior incremento no florescimento em relação aos outros plantio.

Os elevados valores de nitrogênio, clorofila e atividade fotossintética apresentados pela F150 podem estar relacionados com sua precocidade ao florescimento, sendo que ainda foi observado um gradiente decrescente na eficiência de carboxilação da cultivar precoce a tardia.

Observou-se nesta pesquisa que nenhum nutriente isoladamente é responsável pela indução ou inibição do florescimento nas cultivares de cana-de-açúcar, porém alguns desses elementos podem está participando mais ativamente no ciclo de floração, sendo mediadores da intensidade, antecipação ou retardamento do florescimento de algumas cultivares, sendo que o cálcio foi o elemento que apresentou maiores evidências de sua participação na precocidade do florescimento.

No geral, os resultados indicam que existem diversos fatores que estão atuando no processo de florescimento e que as cultivares de cana-de-açúcar apresentam respostas diferenciadas, sendo que o entendimento do comportamento da floração de uma cultivar não pode ser estendido para as demais, devendo as mesmas serem estudadas isoladamente, tendo sempre um padrão para confrontar os resultados obtidos.

Durante a discussão dos resultados foram lançadas várias hipóteses de controle da época e intensidade de floração das cultivares estudadas. Cada hipótese propõem novos estudos mais

detalhados que levarão ao aprofundamento do conhecimento científico sobre esse processo complexo que é a floração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, A.G. **Sugarcane physiology**. A comprehensive study of the Saccharum source to sink system. Elsevier scientific publishing company. Amsterdam – London – New York, 1973. 752p.
- ANDERSON, D.L. e BOWEN, J.E. **Nutrição da Cana-de-açúcar**. Trad. Filho, J.O. Associação Brasileira para pesquisa da potassa e do fosfato. Piracicaba – SP, 1992 40p.
- ARMITAGE, A.M. e GROSS, P.M. Copper-treated plug flats influence root growth and flowering of bedding plants. **Horticulture Science**. 1996, 31(6): p.941-943.
- BANIK, B.C., MITRA, S.K, SEN,.S.K., BOSE,T.K. Interaction effects of zinc, iron and boron sprays on flowering and fruiting of mango cv. Fazli. **Indian-Agriculturist**. 1997, 41(3): p.187-192.
- BARBOSA, G.V.S., CRUZ, M.M., SOARES, L., ROCHA, A.M.C, RIBEIRO, C.A.G., SOUSA, A.J.R., FERREIRA, J.L.C., BARRETO, E.J.S., SILVA, W.C.M. SANTOS, A.V.P. A brief report on sugarcane breeding program in Alagoas, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 4, p. 613-616, 2002.
- BERDING, N. e MOORE, P.H. Advancing from opportunistic sexual recombination in sugarcane: Lessons from tropical photoperiodic research. **Proc. Int. Soc. Sugar Cane Technol**. 2001. 24, p. 482-487.
- BERDING, N. e HURNEY, A. P. Flowering and lodging, physiological-based traits affecting cane and sugar yield what do we know of their control mechanisms and how do we manage them. **Field crops research**, 92 (2005) p. 261-275.
- BRUNKHORST, M.J . Investigation into the flowering of sugarcane variety n29 grown under different nutrient regimes. In: **Proceedings of the annual congress South African sugar technologists association**. 2003, (77): 306-312.
- BRUNKHORST, M.J . A preliminary investigation into the effect of plant nutrient levels on sugarcane flowering. In: **Proceedings of-the annual congress South African sugar technologists association**. 2001, (75): p.143-150.
- BURR, G.O. The flowering the sugarcane. **Rept. Hawaiian Sugar Technol**. 1950. p. 47-49.

CASAGRANDE, A.A. **Tópicos de morfologia e fisiologia da cana -de-açúcar**. Jaboticabal: FUNEP, 1991. 157p.

CESNIK, R., MIOCQUE, J. **Melhoramento da Cana-de-açúcar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 307p., il., 22 cm.

COLEMAN, R.E. Physiology of flowering in sugarcane. In: **PROCEEDINGS OF THE THIRTEENTH CONGRESS**. International Society of Sugarcane Technologists. Taiwan, 1968. p.992-999.

CRUZ, A. e MORENO, J. No allocation trade-offs between flowering and sprouting in the lignotuberous, Mediterranean shrub *Erica australis*. **Acta Oecologica**. v.22, I.2 . 2001. p.121-127 .

CRUSCIOL, C.A.C., MACHADO, J.M., ARF, O., Rodrigues, R.A.R. Matéria seca e absorção de nutrientes em função do espaçamento e da densidade de semeadura em arroz de terra alta. **Scientia agrícola**. v.56 n.1 Piracicaba 1999.

DOORENBOS, J. e WELLENSIEK. Photoperiodic control of floral induction. **Ann. Rev. Plant Physiol**. 1959. v.10: p. 147-184.

DUBOIS, M., GILLES, K.A., HAMILTON, J.K., REBERS, P.A., SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, p. 350-356, 1956.

FILHO, J.T.C. e SERAPHIN, E.S. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira (*Solanum lycocarpum* St.-Hil.) em resposta ao estresse hídrico. **Revista brasileira de Botânica**. v.24 n.2. 2001.

GRAÇA, M.E.C., ZANON, A., VALIO, I.F.M., COOPER, M.A. Influência de reguladores de crescimento e da adubação no florescimento e crescimento de *Eucalyptus dunnii* maid. In: **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 13, p.47-56, dez. 1986.

HARTT, C.R., KORTSCHAK, H.P, FORBES, A.J., BURR, G.O. Translocation of <sup>14</sup>C in sugarcane. **Plant Physiol**. 1963. v.38: p. 305-318.

HILLMAN, W.S. The physiology of flowering. Holt, Rinehart and Winston, New York, 1962. p. 158.

HUA, W., ZHANG, L., SHUPING LIANG, S., JONES, R.L., LU, Y.T. A Tobacco Calcium/Calmodulin-binding Protein Kinase Functions as a Negative Regulator of Flowering. **Journal of Biological Chemistry**.v.279, Issue 30, 2004.

IGLESIAS, I., COSIALLS, J.R., Franco, I. First trial to evaluate boron as an agent for delaying flowering in Starking apple trees. In: **Fulls d'Informacio Tecnica**. 1988, ( 142): 4p.

JAWORSKI, K., JAWORSKA, A.S., TRETYN, A., KOPCEWICZ, J. Biochemical evidence for a calcium-dependent protein kinase from *Pharbitis nil* and its involvement in photoperiodic flower induction. **Phytochemistry** 62 (2003) p.1047–1055.

JULIEN, R. The role of leaves in the perception and inhibition of the flowering stimulus in sugarcane. **International society of sugarcane technologists. proceedings of the thirteenth congress**. Taiwan, 1968. p. 976-983.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. Trad. Prado, C.H.B.C. São Carlos, Rima Artes e Textos, 2004. 531p.

LEVI, C.A. Froracion de cana de azucar, determinacion de requerimentos indutivos. **Revista Industrial de Tucumán**, 60 (1) 1983 p. 1-15.

LEONARDI, S., RAPP, M., DENES,A. Organic matter distribution and fluxes within a holm oak (*Quercus ilex* L.) stand in the Etna volvano. A synthesis. **Vegetatio**. 1992. 99-100: 219-224

MALAVOLTA, E., VITTI, G.C., Oliveira, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.:il.

MCLAUGHLIN, S.P., Williams, R.R., Anouti, A.R., Ravetta, D.A, Nelson, J.M. Allocation of resources to flowering and fruit production in *Hesperaloe funifera* (Agavaceae). **Journal of Arid Environments** (2000) 45: p.99–110.

MENINO, M.R., CARRANCA, C. VARENNE, A., ALMEIDA, V.V., BAETA, J. Tree size and flowering intensity as affected by nitrogen fertilization in non-bearing orange trees grown under Mediterranean conditions. **Journal Plant Physiology** 160. 1435–1440 (2003).

MILLÉO, M.V.R., MONFERDINI, M.A., ROSSI, M.S. Avaliação da eficiência agrônômica de métodos para o suprimento de nitrogênio para a cultura do feijoeiro. In: Reunião Nacional de Pesquisa de Feijão, 6., Salvador, 1999. **Resumos Expandidos**. Goiânia: Embrapa, 1999. p. 760-763.

PADMA, M., REDDY, S.A., BABU, R.S. Effect of foliar sprays of molybdenum (Mo) and boron (B) on flowering, fruiting and yield of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Journal of Research-Apau**. 1989, 17(2): p.145-149.

PAPAROZZI, E.T., DARROW, P.O., MCCALLISTER, D.E., STROUP, W.W. Effect of varying the nitrogen and sulfur supply on the flowering of poinsettia. **Journal of Plant Nutrition**. 1994, 17(4): p.593-606.

PANDEY, N., PATHAK, G.C., SHARMA, C.P. Zinc is critically required for pollen function and fertilizations in lentil. **Journal of Trace Elements in Medicine and Biology**. 20 (2006) p.89–96.

PEREIRA, A.R., BARBIERI, V. AND VILA NOVA, N.A. Climatic conditioning of flowering induction in sugarcane. **Agricultural Meteorology**., 29 (1983). p.103-110.

PERILLEUX, C., BERNIER, G. Leaf carbohydrate status in *Lolium temulentum* during the induction of flowering. **New Phytologist**. 1997, 135(1): p.59-66.

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes** - Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2002. 975p.

RODRIGUES, J.D. **Fisiologia da cana-de-açúcar**. Botucatu – SP, 1995, 99p.

SALISBURY, F.B. Photoperiodism and the flowering process. **Ann. Rev. Plant Physiol**. 1961. v12: p. 293-326.

SANTOS, J.M. **Avaliação do florescimento de genótipos de cana-de-açúcar na Serra do Ouro de 1998 a 2004**. 2005. 54p. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

SELIM, S.M., HASSANAIN, M.A., EL SHERIF, M.M. Influence of zinc and manganese treatments on vegetative growth, flowering and chemical composition of *Calendula officinalis* plant. **Annals-of-Agricultural-Science,-Moshtohor**. 2001, 39(3): p.1713-1722.

SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. viçosa: UFV, 2002. 235p.: il.

SILVA, L.C. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em sete cultivares de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) na região de Coruripe, Alagoas**. 2007. 90p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

SIQUEIRAL, D.L., BARCENAI, J.L.G., ESPOSTIII, M.D.D. Florescimento de tangerineiras satsuma 'Owari' tratadas com paclobutrazol, anelamento do caule e baixa temperatura, **Revista Brasileira de Fruticultura** vol.26 no.3 Jaboticabal Dec. 2004

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Trad. de SANTARÉM, E.R. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TIWARI, R. e YADAVA, R.B.R. Effects of GA and boron on growth, flowering and yield of siratro plants. **Indian Journal of Plant Physiology**. 1990, 33(2): p.165-167.

TRETYN, A., UKASZEWSKA, H., KOPCEWICZ, J., OLENCZUK, A., NOWAKOWSKA, A., 1997. The role of cotyledons in photoperiodic flower induction of *Pharbitis nil*. In: Greppin, H., Panel, C., Simon, P. (Eds.), *Travelling Shot on Plant Development*. University of Geneva, Geneva, pp. 51–62.

ZEEVAART, J.A.D. Physiology of flowering. **Science**. 1962. v.137: p.723-731.

WANG, D., XU, Y., LI, Q., HAO, X., CUI, K., SUN, F., ZHU, Y. Transgenic expression of a putative calcium transporter affects the time of *Arabidopsis* flowering. **The Plant Journal**. (2003), 33, p285–292.

YEE, D. A., Tissue, D.T. Relationships between non-structural carbohydrate concentration and flowering in a subtropical Herb, *Heliconia caribaea* (Heliconiaceae). **Caribbean Journal of Science**. 2005, 41(2): p.243-249.